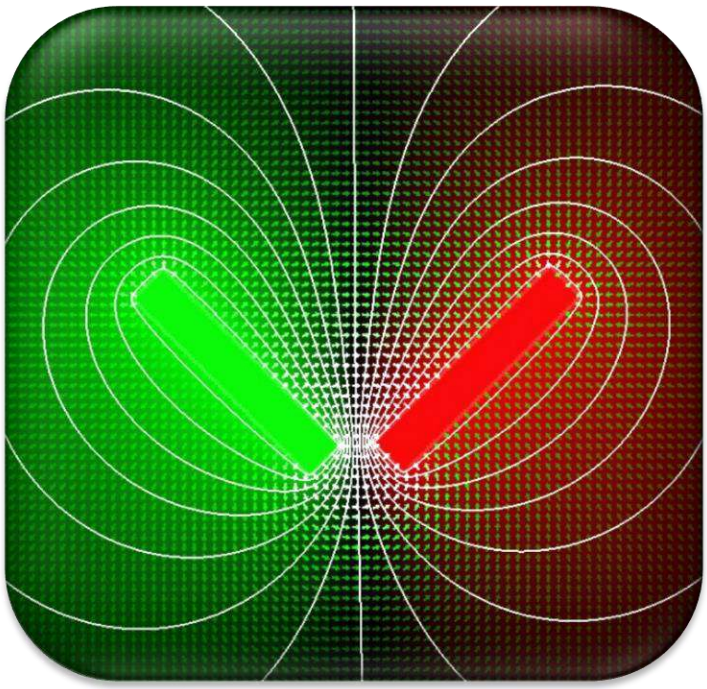
Unidades Tecnológicas de Santander
¡Lo hacemos posible!



MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE FÍSICA

Diseño de portada:

Imagen generada con https://www.falstad.com

Distribución de líneas equipotenciales alrededor de un par de electrodos rectangulares a 90°.

Las líneas equipotenciales son una forma de representar gráficamente la distribución de la energía potencial eléctrica alrededor de un cuerpo con carga eléctrica. Teóricamente, estas líneas se obtienen haciendo que la función matemática, que describe el potencial eléctrico en el espacio, sea igual a un valor constante. Experimentalmente, estas líneas se obtienen detectando con un voltímetro los puntos donde el potencial eléctrico mantiene siempre el mismo valor.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER

BUCARAMANGA, COLOMBIA

AGOSTO DE 2025

Realizado por:

MSc. HENRY GUTIÉRREZ AMAYA

Docente

Revisado por:

MSc EFRÉN DAVID MONTES VERA

Jefe Coordinador del Departamento de Ciencias Básicas

JUSTIFICACIÓN

La Física como rama del conocimiento, es básica para el desarrollo y avance de la investigación científica de un país. Las prácticas de laboratorio permiten al estudiante estar en contacto físico y manipular los elementos, dispositivos e instrumentales requeridos para el experimento. La aplicación práctica y las comprobaciones teóricas, constituyen la base de la labor científica, exigiendo a su vez un esfuerzo creativo y crítico por parte de los estudiantes, al integrar lo teórico y lo práctico.

Por ello, el curso de Laboratorio de Física de la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería de las Unidades Tecnológicas de Santander, brinda la oportunidad, a los estudiantes de cuarto semestre, de contribuir con el desarrollo de los procesos cognitivos, investigativos y académicos; ayudando de manera activa en el crecimiento del conocimiento científico-tecnológico, como parte de las competencias abordadas en dicho curso.

Las herramientas de la Física Experimental y el tratamiento de datos, el manejo de los conceptos básicos, la comprensión del papel del observador y la distinción entre las inferencias presentes al realizar una práctica, permiten que los estudiantes del Laboratorio de Física de las Unidades Tecnológicas de Santander, desarrollen destrezas indispensables en la relación: observación del fenómeno y la experimentación para formular y comprobar hipótesis, que le permitirán ejecutar un proceso significativo en la construcción del conocimiento científico. Por ello, es indispensable que el estudiante haya cumplido los requisitos exigidos, con respecto al conocimiento del área de Mecánica, Electricidad y Magnetismo.

Tomado del documento institucional Plan de Curso para el Laboratorio de Física versión 2, actualizado el 11 de noviembre de 2022.

CONTENIDO

NORMAS DEL LABORATORIO Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN 5
NORMAS DEL LABORATORIO 6
CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL CURSO DE LABORATORIO 12
CRONOGRAMA DE PRÁCTICAS 14
PRELIMINARES 15
MEDICIÓN Y ERRORES 16
GRÁFICAS Y REGRESIÓN LINEAL 21
GUÍAS DE LAS PRÁCTICAS 30
MOVIMIENTO RECTILÍNEO 31
COLISIONES 36
MOVIMIENTO PARABÓLICO 42
CAÍDA LIBRE 46
LEY DE HOOKE 50
EQUILIBRIO DE FUERZAS CONCURRENTES 53
LÍNEAS EQUIPOTENCIALES 58
RESISTENCIA, RESISTIVIDAD Y LEY DE OHM 64
CORRIENTE Y CAMPO MAGNÉTICO I: CONDUCTOR RECTILÍNEO 69
CORRIENTE Y CAMPO MAGNÉTICO II: ESPIRA CIRCULAR 75
CORRIENTE Y CAMPO MAGNÉTICO III: SOLENOIDE (BOBINA) 81
LÍNEAS DE CAMPO ELÉCTRICO 87
LÍNEAS DE CAMPO MAGNÉTICO 91
FORMATOS DE PREINFORME E INFORME 96
PREINFORME DE LABORATORIO DE FÍSICA (explicado) 97
PREINFORME DE LABORATORIO DE FÍSICA 99
INFORME DE LABORATORIO DE FÍSICA (explicado) 103
INFORME DE LABORATORIO DE FÍSICA 106

NORMAS DEL LABORATORIO Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	NORMATIVIDAD
	NORMAS DEL LABORATORIO

INTRODUCCIÓN

El aula del Laboratorio de física un espacio dotado de equipos, instrumentos y puestos de trabajo que deben ser tratados con el debido cuidado, para realizar las prácticas correctamente y evitar costosos daños e incluso lesiones. Preservar el buen estado de los elementos del laboratorio, así como la integridad personal y un buen ambiente académico es responsabilidad de todos los usuarios, tanto estudiantes como docentes. Se dan a continuación las pautas de comportamiento, seguridad y cuidado que deben ser tenidas en cuenta siempre en del laboratorio.

FUNCIONES DEL LABORATORISTA

Son funciones de los auxiliares, técnicos e ingenieros encargados de los laboratorios de las Unidades Tecnológicas de Santander, las siguientes:

- Firmar el Paz y Salvo requerido por los estudiantes.
- Ordenar y reubicar los equipos y manuales dentro del laboratorio.
- Facilitar el área física del laboratorio y los implementos para el desarrollo de las prácticas.
- Alistar el laboratorio para dar inicio a las labores académicas.
- Elaborar las normas adecuadas que permitan compartir las responsabilidades con los docentes, usuarios del laboratorio y el laboratorista.
- Recopilar y unificar los pedidos de las necesidades semestrales de las asignaturas que se ofrezcan en el laboratorio y remitirlas a la Coordinación o Departamento respectivo para mantener los materiales necesarios para las prácticas.
- Revisar periódicamente el estado del laboratorio, de los materiales y equipos que en allí se encuentren, notificando inmediatamente a la Coordinación o Departamento respectivo, en caso de observar algún deterioro, desperfecto o falta de alguno de ellos.
- Recibir los materiales y equipos que ingresen al laboratorio, firmando el cargo correspondiente.
- Elaborar un inventario de equipos y materiales existentes en el laboratorio, cada fin de semestre académico y remitirlo a las instancias respectivas.
- Velar por el cumplimiento de las normas de trabajo de obligatorio cumplimiento y de las normas de seguridad dentro del laboratorio.
- Mantener el laboratorio aseado, en perfecto estado las herramientas, equipos y módulos de trabajo, es decir, en óptimas condiciones para realizar las prácticas en forma eficiente.
- realización de las prácticas respectivas.
- Custodiar los elementos y equipos de los laboratorios.
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos existentes en el laboratorio.
- Brindar un eficiente, oportuno y amable servicio a los estudiantes.
- Coordinar y planificar en conjunto con el jefe inmediato el servicio general de los laboratorios y/o talleres de los respectivos programas.
- Coordinar y planificar los horarios de los servicios de laboratorios.
- Reintegrar al almacén general de la institución el equipo, o enseres que del laboratorio sean dados de baja de acuerdo con la autorización del jefe inmediato.
- Retirar del almacén general los pedidos que para su dependencia se haya hecho.
- Colaborar con la organización de las muestras técnicas y de divulgación que la institución realice o participe respectivamente.
- Sugerir los cambios y las modificaciones que crea conveniente para el funcionamiento y la modernización del laboratorio que se tiene a cargo.
- Al finalizar la práctica, se debe verificar que los equipos, estén en perfectas condiciones.
- Responder por las herramientas y equipos del laboratorio a cargo.
- Colaborar en la instalación e implementación de equipos y máquinas adquiridas por la institución para la actualización de los módulos de trabajo.
- Resolver dudas pertinentes a las prácticas que se estén realizando en ausencia del docente.
- Las demás funciones que le sean asignadas por el superior inmediato acorde con la naturaleza del cargo.

DERECHOS DE LOS USUARIOS

Son derechos de los usuarios de un laboratorio de las UTS los siguientes:

- El usuario tendrá derecho a solicitar asesoría en el momento que lo requiera y será brindada por el auxiliar encargado o por el profesor de la materia.
- El usuario dispondrá del servicio para uso exclusivo de su formación académica.
- Las solicitudes de servicio de soporte técnico o soporte al usuario se harán directamente a la persona encargada de la atención y registro de estos requerimientos y podrán efectuarse mediante solicitud verbal de acuerdo con los procedimientos establecidos por el reglamento del laboratorio respectivo.
- Los equipos y materiales que van a utilizar los docentes y estudiantes deben encontrarse en perfecto orden y aseo.
- Préstamo de los elementos o equipos necesarios para realizar las practicas del laboratorio.
- Solicitar el buen estado de los elementos, equipos y bancos de trabajo.
- La disponibilidad de los laboratorios en los horarios estipulados.
- Exigir la verificación del funcionamiento de los equipos y elementos solicitados.
- La explicación por parte del docente de la correcta manipulación de los equipos.
- Los estudiantes tienen derecho a la clase práctica, orientada por el docente y el conocimiento con anterioridad de las prácticas a realizar.
- Recibir un trato cortés según los principios básicos de las relaciones humanas.
- Recibir las advertencias necesarias que le permitan trabajar cumpliendo todas las normas de obligatorio cumplimiento y de seguridad que disponga cada laboratorio según su reglamento interno.
- El estudiante para solicitar el préstamo de equipos y elementos dispone de 15 minutos después del inicio del laboratorio.
- Solicitar el permiso correspondiente si tuviera que ausentarse o no asistir, siempre y cuando sea por una causa justificada.

DEBERES DE LOS USUARIOS EN GENERAL

Son derechos de los usuarios de un laboratorio de las UTS los siguientes:

- El usuario deberá comprometerse a dar un trato adecuado a los equipos, hardware, software, muebles y elementos que hagan parte del laboratorio, respetando y acatando las normas establecidas en el presente reglamento.
- Todo usuario de un laboratorio deberá al momento de solicitar el servicio presentar el documento que lo acredite como usuario, ya sea carné de estudiante, de empleado de las UTS, o cédula de ciudadanía cuando se trate de algún tipo de convenio interinstitucional.
- Todo usuario se hace responsable ante las UTS por los daños que se ocasionen a los equipos, muebles y enseres durante el tiempo de su utilización.
- El usuario recibirá el equipo en perfectas condiciones; si detecta cualquier irregularidad en el funcionamiento, daño o faltante de algún elemento propio del equipo, deberá reportarlo inmediatamente antes de hacer uso de este.
- Queda rotundamente prohibido a cualquier usuario utilizar los equipos para prácticas o fines diferentes a aquellos para los cuales fueron prestados por la institución, haciéndose además responsable del deterioro de los equipos por uso negligente, así como de cualquier tipo de lesión en su persona o en terceros que pueda derivarse de estos actos.
- El usuario deberá presentarse a los laboratorios de las UTS vistiendo las ropas adecuadas y cumpliendo con los requisitos de seguridad industrial necesarios para realizar la práctica académica en cada laboratorio; la institución y el laboratorio no asumen responsabilidades por la omisión, desconocimiento o violación de esta regla por parte de sus usuarios.
- Se debe vestir bata de color blanco.

DEBERES DE LOS ESTUDIANTES

Son deberes de los estudiantes de un laboratorio de las UTS los siguientes:

- Dejar en perfecto orden y aseo todos los equipos, materiales, y manuales utilizados en la práctica.
- Pagar o reponer en caso de pérdida o daño el (los) material(es) y equipo(s) que se encontraban a su cargo durante la práctica.
- Debe mantener el orden y la disciplina durante la práctica.
- Debe hacer un buen uso de los equipos y materiales a su cargo durante las prácticas de laboratorio.
- Preservar, cuidar y mantener en buen estado el material de enseñanza, instalaciones, equipos, dotación y bienes de los laboratorios.
- Cumplir con las normas de respeto y convivencia para el logro de una formación integral.
- Cumplir con las normas de seguridad del laboratorio que disponga cada laboratorio según su reglamento interno.
- En caso de no conocer el manejo de los equipos es necesario pedir las instrucciones pertinentes antes de realizar cualquier conexión y de usarlos.
- Cuidar lo que se conserve bajo su cuidado o a lo cual tenga acceso, así como impedir o evitar la sustracción, destrucción, ocultamiento y utilización indebida de los equipos que se encuentren en el laboratorio.
- Verificar antes de iniciar una práctica el estado de su puesto de trabajo y del equipo a utilizar en la experiencia.
- Tratar con respeto, imparcialidad y rectitud a las personas con que tenga relación por razón del servicio.
- Avisar inmediatamente al asistente, o persona encargada de las salas acerca de las anomalías que se presenten en los equipos.
- Informar al docente o encargado del laboratorio sobre el mal uso que otros usuarios hagan de los equipos.
- Acatar las instrucciones de la persona encargada del laboratorio y respetar sus decisiones de acuerdo con lo dispuesto en este reglamento.

DEBERES DE LOS DOCENTES

Son deberes de los docentes de un laboratorio de las UTS los siguientes:

- Durante las primeras semanas de clase deberán socializar con sus estudiantes:

    - El presente manual del laboratorio.
    - El reglamento, los derechos, deberes y normas.
    - Los formatos de preinforme e informe, criterios de evaluación y porcentajes de las notas.

- Durante y al finalizar las clases deberán enfatizar las indicaciones y verificar el cumplimiento de los estudiantes en lo referente a:

    - Cuidado y uso responsable de las mesas y sillas del laboratorio.
    - Cuidado y uso responsable de los materiales del laboratorio.
    - Cuidado y uso responsable de los equipos e instrumentos de las prácticas.
    - Orden y aseo del laboratorio.
    - Deberes, obligaciones y cumplimiento de las normas de seguridad dentro del laboratorio.

- Recalcarles a los estudiantes la importancia del cuidado, el aseo y el orden de los materiales de las prácticas y de los puestos de trabajo (mesas, sillas, etc.)
- Dar las indicaciones necesarias para la realización de las prácticas de laboratorio y la explicación para su ejecución.
- Durante las prácticas de laboratorio, por ningún motivo deben abandonar a los estudiantes a su cargo, ni ocupar el tiempo de las prácticas en las actividades ajenas a las mismas.
- Dar la explicación respectiva de la práctica a realizar, así como también la aclaración de las dudas que tengan los estudiantes.

NORMAS DE OBLIGATORIO CUMPLIMIENTO

Se establecen las siguientes normas de estricto cumplimiento:

PREPARACIÓN, HORARIO, PUNTUALIDAD Y ASISTENCIA

- Todo estudiante debe estar debidamente preparado para la realización de la práctica.
- Cumplir con el horario de laboratorio establecido, para la realización de las prácticas.
- Quince (15) minutos después de iniciar la práctica de laboratorio no se permite el ingreso de estudiantes al aula.
- Después de quince (15) minutos de haber comenzado la práctica de laboratorio no se despachará ninguna lista de pedido de equipos y/o elementos a los estudiantes (seguridad del laboratorio).
- Quince (15) minutos antes de la hora prevista para la terminación de la práctica de laboratorio, el estudiante debe devolver los equipos y/o elementos dados en préstamo.
- La ausencia injustificada de una práctica de laboratorio se calificará con cero, cero (0,0).
- La no presentación del pre-informe y del informe el día de la práctica se calificará con cero (0.0).

INGRESO, PERMANENCIA Y SALIDA

- Tendrán acceso al laboratorio los estudiantes que se encuentren debidamente matriculados en el período académico correspondiente.
- Está prohibido el ingreso de comidas, bebidas, cigarrillos y chicles a los laboratorios.
- Está prohibido el ingreso de estudiantes en pantaloneta, bermuda, camisilla, sandalias o en chanclas a los laboratorios.
- Se debe vestir bata de color blanco.
- Está prohibido facilitar o propiciar el ingreso al laboratorio de personas no autorizadas.
- No se permite el ingreso de mascotas.
- Para el inicio de la práctica de laboratorio debe estar presente el docente de la asignatura quien se hará responsable de la sala.
- Se permite el uso del laboratorio si está autorizado por el Coordinador del programa o el laboratorista a cargo.
- En lo posible, el docente y el encargado deben permanecer todo el tiempo en el laboratorio, durante la realización de las prácticas.
- Al finalizar la práctica los materiales y el puesto de trabajo deben dejarse limpios y ordenados.

MANEJO DE EQUIPOS Y DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS

- Para préstamo de equipos y/o elementos del laboratorio se debe presentar carnet debidamente estampillado.
- El material asignado a cada práctica debe permanecer en el mismo lugar. No se debe coger material destinado a prácticas distintas a la que se está realizando.
- No se permite el traslado de computadores, sillas o de cualquier otro material o equipo que se encuentre en el laboratorio, sin la debida autorización del funcionario encargado del mismo.
- En los laboratorios con computadores, estos son para uso exclusivamente académico, evite instalar programas de índoles ajenas a las de la academia.
- En los laboratorios con computadores, se prohíbe la utilización de software que no esté amparado legalmente mediante la respectiva licencia para la Universidad.
- Se prohíbe el cambio de la configuración del software instalado.
- El estudiante debe seguir los pasos establecidos por el docente para la práctica.

RESPONSABILIDAD CON LOS ELEMENTOS DEL LABORATORIO

- En caso de dudas en el momento de conectar un equipo, se debe preguntar a la persona indicada, así se evitarán daños y el pago consecuente.
- Cada equipo de trabajo es responsable del material que se le asigne, en caso de pérdida o daño deberá responder por ello. Antes de empezar con el procedimiento experimental o utilizar algún aparato, revisar todo el material, y en caso de desconocer su funcionamiento pregunte al docente o al encargado del laboratorio.
- La pérdida o deterioro por mal uso de un elemento, aparato o equipo, se cobra al estudiante responsable. En caso de no encontrarse un responsable único, el grupo de la práctica correspondiente asumirá la responsabilidad y cubrirá los costos de reparación o de sustitución del equipo.

NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD

Se establecen como normas generales de seguridad en un laboratorio de las UTS las siguientes:

PREPARACIÓN DE LA PRÁCTICA

- Es importante que antes del inicio, se haya leído la guía y realizado el pre informe, siguiendo a cabalidad las recomendaciones de seguridad para la experiencia.
- Si presenta dudas acerca del montaje de alguna de las prácticas, consulte con el profesor o el auxiliar encargado antes de la realización de la experiencia.
- Sobre la mesa de trabajo solo debe hallarse el equipo requerido para llevar a cabo la práctica.
- No se permitirá el ingreso de bolsos a las mesas de trabajo. Use los casilleros.

CUIDADO DE LA INTEGRIDAD PERSONAL Y DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Quítese todos los accesorios personales que puedan producir descargas (recuerde que algunas de las prácticas trabajan con altos voltajes y amperajes), como son anillos, pulseras, collares, etc. La responsabilidad por las consecuencias de no cumplir esta norma dentro del laboratorio es enteramente del estudiante.
- Está prohibido fumar, beber, comer y masticar chicle en el laboratorio, así como dejar encima de la mesa del laboratorio algún tipo de prenda.
- El pelo largo se llevará siempre recogido.
- Evitar distracciones. No se debe hacer uso del celular durante las prácticas. Prestar atención a la práctica.
- Evite los desplazamientos innecesarios dentro del aula y no corra dentro de ella.
- Manipule los equipos de manera responsable y cuidadosa.
- Si alguno de los equipos presenta anomalías, apáguelo y repórtelo inmediatamente.
- No encienda las fuentes, hasta que no esté seguro de las conexiones realizadas.

USO DE LOS LOCKERS - CASILLEROS.

- Use el casillero únicamente para guardar bolsos y cascos.
- No coloque en el casillero elementos sucios con grasa o tierra (zapatillas de fútbol, guantes, etc)
- Las llaves de los casilleros no se deben sacar del aula del laboratorio.
- Si deja líquidos en el bolso tener cuidado de evitar que estos se derramen.
- Evitar sustancias inflamables.
- Antes de salir verificar que las llaves estén completas y en sus respectivos casilleros.
- Dejar siempre cerrada la puerta del casillero para evitar golpes en la cabeza.

EVALUACIÓN

Con base en los deberes y las normas complete las siguientes sentencias:

- Debe mantener el _____ y la _____ durante la práctica.
- Debe hacer un _____uso de los equipos y _____ a su cargo durante las prácticas de laboratorio.
- Cumplir con las _____ de seguridad del _____ que disponga cada laboratorio según su reglamento interno.
- Verificar _____ de iniciar una práctica el estado de su _____ de trabajo y del _____ a utilizar en la experiencia.
- Informar al _____ o encargado del laboratorio sobre el mal _____ que otros usuarios hagan de los equipos.
- Todo estudiante debe estar debidamente _____ para la realización de la _____.
- Quince (15) minutos _____ de iniciar la práctica de laboratorio no se permite el _____ de estudiantes al _____.
- La _____ injustificada de una práctica de laboratorio se _____ con _____.
- La no _____ del pre-informe y del informe el día de la práctica se _____ con _____.
- Está _____ el ingreso de _____, _____, cigarrillos y _____ a los laboratorios.
- Está _____ el ingreso de _____ en _____, bermuda, camisilla, _____ o en _____ a los laboratorios.
- Se debe vestir _____ de color _____.
- Al finalizar la _____ los materiales y el _____ de trabajo deben dejarse _____ y _____.
- El material asignado a cada práctica debe _____ en el mismo lugar. No se debe coger material destinado a prácticas _____ a la que se está realizando.
- El estudiante debe seguir los _____ establecidos por el docente para la _____.
- En caso de _____ en el momento de _____ un equipo, se debe preguntar a la persona indicada, así se evitarán _____ y el _____ consecuente.
- La pérdida o deterioro por mal uso de un _____, aparato o equipo, se _____ al estudiante responsable. En caso de no encontrarse un responsable único, el _____ de la práctica correspondiente asumirá la _____ y cubrirá los _____ de reparación o de sustitución del _____.
- Sobre la _____ de trabajo solo debe _____ el equipo requerido para llevar a cabo la práctica.
- No se permitirá el ingreso de _____ a las mesas de trabajo. Use los _____.
- Evitar _____. No se debe hacer uso del _____ durante las prácticas. Prestar _____ a la práctica.
- Evite los desplazamientos _____ dentro del aula y no _____ dentro de ella.

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	NORMATIVIDAD
	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL CURSO DE LABORATORIO

INTRODUCCIÓN

En el curso del Laboratorio de física se aplican y profundizan conceptos vistos en los cursos teóricos de mecánica y electromagnetismo. Cada práctica aborda el componente experimental mediante montajes y procedimientos, por lo que se desarrolla de manera presencial y por ello es importante tanto la preparación como la asistencia. Comprender los temas a abordar, los conceptos relacionados, el marco teórico, los materiales, procedimientos y advertencias es esencial para realizar correctamente las prácticas de laboratorio, así como para la posterior interpretación y análisis de los resultados experimentales y su contraste con el componente teórico. La evaluación de estas actividades previas y posteriores a la práctica realiza mediante preinformes, quices, informes y exámenes.

RESPECTO A LA ASISTENCIA: La no asistencia injustificada a una práctica de laboratorio, automáticamente descalifica el pre informe, el quiz y el informe, por lo que se asume que no presenta ninguna de estas evidencias, obteniendo una nota de 0.0 (cero punto cero) en cada uno de ellos. Para recuperar una práctica el estudiante debe presentar la incapacidad del médico de la EPS y la aprobación del Coordinador del Programa. Para presentar la excusa y recuperar la experiencia el estudiante cuenta con 8 días (una semana) contados a partir del día de la clase.

De acuerdo al Reglamento estudiantil:

- Capítulo III, artículo 29, es deber del estudiante asistir a por lo menos el 80% de las horas de clase del curso.
- Capítulo V, artículo 45, el curso se pierde con el 20% de inasistencia. Dado que en total son 17 clases, el curso de Laboratorio se pierde con 3 inasistencias y se reportará en el registro de notas la nota de 0.0 pérdida por inasistencia.

RESPECTO A LAS EVALUACIONES: se establecen los porcentajes mostrados en la siguiente tabla.

NOTA	VALOR %	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN / EVIDENCIA
TRABAJO INDEPENDIENTE	30%	Promedio de notas de Quices y/o Preinformes
EVALUACIÓN DEL CORTE	60%	30% Promedio de notas de Informes
		30% Nota del Examen Parcial
AUTOEVALUACIÓN	10%	Cuestionario de autoevaluación (con base en la reflexión del estudiante sobre la dedicación, la puntualidad, la participación y la responsabilidad para alcanzar las competencias)

El curso de Laboratorio de física NO ES HABILITABLE.

A continuación, se detallan los requerimientos en las notas de trabajo independiente y evaluación de corte.

ANTERIOR A LA PRÁCTICA	PREINFORME (ver formato)	La preparación de la práctica es requisito para asistir debidamente a la clase de laboratorio. La evaluación de esta preparación se realiza mediante el pre informe, el cual se desarrolla en el respectivo formato y se presenta al iniciar cada clase. Es un documento escrito que se elabora teniendo en cuenta la información suministrada en la guía de la práctica respectiva del manual vigente. Este debe incluir la revisión de los temas de consulta y el equipo de trabajo refleja lo que va a ser su actividad en la práctica, es decir, los materiales, procedimientos y qué datos se tomarán.
	QUIZ	La preparación de la práctica es requisito para asistir debidamente a la clase de laboratorio. La evaluación de esta preparación se realiza mediante el quiz, el cual se desarrolla al iniciar cada clase. Es un examen corto que se elabora teniendo en cuenta la información suministrada en la guía de la práctica respectiva del manual vigente. Se evalúa la revisión de los temas de consulta y lo que va a ser su actividad en la práctica, es decir, los materiales, procedimientos y qué datos se tomarán.
POSTERIOR A LA PRÁCTICA	INFORME (ver formato)	El análisis y la interpretación de los datos para contrastar los resultados experimentales con la teoría es fundamental en el curso de laboratorio. Esto se evalúa mediante el informe el cual es un documento escrito que se elabora teniendo en cuenta la información suministrada en la guía de la práctica respectiva del manual vigente, así como los datos obtenidos en la práctica realizada. Se entrega una semana después de haber realizado la práctica (en algunas ocasiones se entrega en la misma clase). Se desarrolla en el formato respectivo, el cual consiste de las secciones que conforman la mayoría de los artículos que se publican en revistas científicas. Al evaluar el informe se tiene muy en cuenta que éste sea producto del trabajo original de cada grupo y que no sea copia de informes de otros grupos o de informes de semestres anteriores.
	PARCIAL	Se hace teniendo como referente los resultados de aprendizaje y las habilidades previstas en cada práctica de laboratorio. Se diseñan en los formatos de evaluación de las asignaturas teóricas. Se presenta de manera individual. Esta evaluación puede ser teórica, teórico – práctica, o una evaluación tipo problema con datos de laboratorio.

Un aspecto a tener en cuenta es la ortografía. Cada docente decide qué tanto influye éste en la nota definitiva de cada trabajo.

Otros aspectos a tener en cuenta en el momento de la evaluación de los laboratorios, son:

- La puntualidad (tanto de asistencia como de entrega del trabajo).
- El trabajo en equipo.
- El comportamiento.
- El seguimiento de las normas de seguridad (ver sección Normas del laboratorio).
- El manejo, destreza y cuidado para realizar los diferentes montajes.

Estos criterios se consideran dentro de la nota ya sea del pre informe, del quiz o del informe a criterio del docente. A su vez se pueden tener en cuenta otros aspectos como la participación en clase, la estética en los informes, etc.

NOTA IMPORTANTE

El docente en las primeras clases deberá:

- Socializar los criterios de evaluación planteados en el Plan de Curso.
- Motivar y explicar la importancia de la puntualidad, la disciplina en el desarrollo de la práctica y del cumplimiento de las normas del laboratorio para alcanzar los resultados de aprendizaje previstos para el curso.
- Explicará a los estudiantes los formatos con un ejemplo elaborado.
- En los laboratorios que usen software, el docente debe capacitar a los estudiantes para que lo implementen de forma correcta en las prácticas.

CRONOGRAMA DE PRÁCTICAS

CRONOGRAMA CURSO DE LABORATORIO DE FÍSICA MODALIDAD PRESENCIAL			
SEMANA	**FECHA**	**ACTIVIDAD**	**TEMA**
1		PRESENTACIÓN	Introducción al curso: Normas, Plan de curso, metodología.
2		PRÁCTICA 0	Mínimos cuadrados, regresión lineal, error porcentual
3		PRÁCTICA 1	Movimiento rectilíneo
4		PRÁCTICA 2	Colisiones
5		PRÁCTICA 3	Movimiento parabólico
6		PARCIAL 1	Evaluación primer corte
7		PRÁCTICA 4	Caída libre (Retroalimentación corte 1)
8		PRÁCTICA 5	Ley de Hooke
9		PRÁCTICA 6	Fuerzas concurrentes
10		PRÁCTICA 7	Líneas equipotenciales
11		PARCIAL 2	Evaluación segundo corte
12		PRÁCTICA 8	Resistividad y Ley de Ohm
13		PRÁCTICA 9	Corriente y campo magnético i (Retroalimentación corte 2)
14		PRÁCTICA 10	Corriente y campo magnético ii
15		PRÁCTICA 11	Corriente y campo magnético iii
16		PRÁCTICA 12	Líneas de campo eléctrico y magnético
17		PARCIAL 3	Evaluación tercer corte (Retroalimentación corte 3)

PRELIMINARES

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	PRELIMINARES
	MEDICIÓN Y ERRORES

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

La física se fundamenta en el método científico para describir los fenómenos naturales. Se identifican los aspectos más relevantes de un fenómeno y se definen estas propiedades como cantidades. Por una parte, se plantean modelos que relacionen tales cantidades y su validez se somete a prueba con experimentos repetibles. Por otro lado, se obtienen resultados de mediciones u observaciones que deben describirse dentro de un marco teórico. Existe entonces una retroalimentación entre la teoría y el experimento. Los modelos teóricos y los resultados experimentales requieren del lenguaje matemático para expresar y relacionar estas cantidades. Limitaciones relacionadas con la complejidad del modelo matemático, con los equipos de cálculo, con los aparatos de medida y factores ambientales generan discrepancias entre los valores teóricos esperados y los resultados de las mediciones. *Simulador: https://phet.colorado.edu/es/simulations/projectile-sampling-distributions*

DEFINICIONES BÁSICAS

- Cantidad física: Es una propiedad de un objeto, fenómeno o sistema físico que se puede cuantificar. Se expresa como un valor numérico que posee unidades de medida, las cuales se definen a partir de un patrón estándar. Ejemplos: Longitud, masa, tiempo, fuerza, temperatura, etc.

- Medición: Es el procedimiento experimental mediante el cual se le asigna un número (medida) a una cantidad física, tras compararla con un patrón tomado como referencia para esa cantidad. Ejemplos: la estatura de una persona, es un número que se obtiene al comparar su altura con la longitud de una cinta métrica graduada en centímetros. La masa de un cuerpo, es un número que se obtiene con el desplazamiento de un dial en una escala graduada en kg en una báscula. La temperatura de un horno, es un número que se obtiene cuando la longitud de la columna de mercurio de un termómetro, que se pone en contacto con éste, marca cierto valor en una escala graduada en °C.

  El resultado del acto de medir es un valor que depende de:

  - El instrumento de medición (sensibilidad, resolución, tolerancia, calibración, rapidez de respuesta, etc.).
  - El objeto o sistema al que se realiza la medición (al medir se podrían afectan las propiedades del sistema, deformaciones, etc.).
  - Quien opera el instrumento y registra el valor (destreza, pulso, sesgos en las lecturas, redondeos, etc.).
  - El entorno en el que se realiza la medición (condiciones ambientales que afectan los instrumentos, etc.).

- Precisión: Indica qué tan cercanos entre sí son los valores de una serie de mediciones para una cantidad, es decir, *qué tanto se aproximan entre sí los valores medidos*. (Ver figura 1)
- Exactitud: Indica que tan cercano es el valor medido de una cantidad respecto a algún valor tomado como real o aceptado, es decir *qué tanto se aproxima el valor medido al valor verdadero*. (Ver figura 1)

- Fuente de error: Es la razón por la cual los valores de una serie de medidas de una misma cantidad física presentan diferencias entre sí o respecto al valor aceptado cuando idealmente deberían ser iguales. Se clasifican en:
    - Errores aleatorios o estadísticos: *Disminuyen la precisión* y tienen su origen en el hecho de que hay factores inherentes al experimento que no pueden ser controlados y/o predichos del todo por lo cual los valores medidos están unas veces por encima y otras por debajo de un valor medio. Fluctuaciones espaciales y temporales como vibraciones mecánicas, oscilaciones en la temperatura, la presión, la humedad, corrientes de aire, voltajes de alimentación, así como lecturas imparciales por parte de quien registra la medición, etc., son ejemplos de fuentes de este tipo de error y *hacen que los valores medidos estén dispersos*.

    - Errores sistemáticos: *Disminuyen la exactitud* y tienen su origen en el hecho de que los instrumentos de medición pueden estar descalibrados, no tienen la suficiente sensibilidad o tolerancia o las lecturas son hechas siempre con el mismo sesgo, por lo que *los valores medidos presentan un corrimiento o siempre por encima o siempre por debajo del valor aceptado*. También se deben al hecho de que hay factores experimentales que influyen en la medición, pero es difícil definir de qué manera lo hacen. Igualmente, la interacción entre el instrumento de medición y el objeto o el sistema puede afectar los valores de las cantidades de interés. Los efectos de este tipo de errores pueden ser corregidos parcialmente por parte de quien realiza la medición.

Se muestra a la izquierda una diana como analogía del acto de medir. El objetivo es acertar disparos en el centro, de la misma manera que en una medición el objetivo es verificar un valor que se asume como real. A la derecha se muestra una curva de distribución de una serie de datos obtenidos de mediciones con los que se espera verificar el valor aceptado.

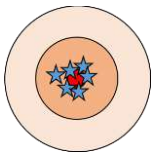
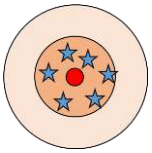
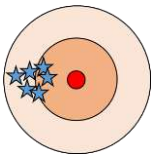
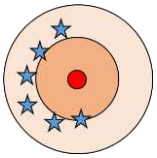
		Conjunto de puntos que son precisos ya que están cercanos entre sí y exactos ya que están cerca del valor aceptado.
		Conjunto de puntos que no son precisos ya que no están cercanos entre sí y exactos ya que están cerca del valor aceptado.
		Conjunto de puntos que son precisos ya que están cercanos entre sí y no exactos ya que no están cerca del valor aceptado.
		Conjunto de puntos que no son precisos ya que no están cercanos entre sí y no exactos ya que no están cerca del valor aceptado.

FIGURA 1

Por todo lo anterior, al expresar el valor medido de una cantidad, se debe incluir la *incertidumbre de resolución* δX inherente al aparato de medida. Si X_0 es el valor mostrado por la pantalla del instrumento de medición entonces el valor reportado X de la cantidad medida es

$$X = (X_0 \pm \delta X) \quad [U]$$

donde deben indicarse las unidades $[U]$ en que se está dando el valor de esta cantidad.

La incertidumbre depende del intervalo de resolución ΔX del instrumento. La *incertidumbre máxima de resolución* será

$$\delta X_{max} = \Delta X/2$$

En ciertos casos, es preferible la *incertidumbre de resolución estándar* dada por

$$\delta X_{est} = \Delta X/\sqrt{12}$$

En este curso se verifican los modelos teóricos, comparando valores experimentales (obtenidos de mediciones) con valores aceptados (llamados a veces valores verdaderos, valores reales, valores exactos o valores teóricos). Por ello, como desarrollo de la evaluación de las prácticas se hará uso de las definiciones de error absoluto, error relativo, error porcentual y diferencia porcentual para realizar dicha comparación.

Sea V_A el valor de una cantidad física que se asume como verdadero, real o de alta exactitud. V_A se denomina valor aceptado. Sea V_E el valor de una cantidad física obtenido a partir de datos de un experimento con el que se pretende verificar el valor aceptado de una cantidad física. V_E se denomina valor experimental.

- Se define como *error absoluto* a la diferencia

$$\epsilon = |V_A - V_E|$$

- Se define como *error relativo* al cociente

$$Err = \left|\frac{V_A - V_E}{V_A}\right|$$

- Se define como *error porcentual* al valor

$$\%Err = \left|\frac{V_A - V_E}{V_A}\right| * 100$$

En ciertas ocasiones, se obtienen dos valores experimentales V_{E1} y V_{E2} por métodos diferentes, pero el valor verdadero V_A no es conocido.

- Se define entonces la *diferencia porcentual* entre V_{E1} y V_{E2} como

$$\%Dif = \frac{|V_{E1} - V_{E2}|}{\frac{|V_{E1} + V_{E2}|}{2}} * 100$$

En este manual se sugiere el cálculo del error porcentual, sin embargo, debe atender a la indicación sobre cuál forma de comparar los valores experimentales es la más apropiada en cada práctica (a criterio del docente).

Cabe anotar que el tratamiento de los errores de un conjunto de valores medidos es mucho más riguroso, teniendo en cuenta elementos de estadística como el valor medio, la mediana, la desviación estándar, distribuciones de probabilidad, la dispersión, entre otros. El formalismo matemático puede ser consultado por ejemplo en el libro *Paolo Fornasini. (2010). The uncertainty in physical measurements an introduction to data analysis in the physics laboratory. New York, Ny Springer.*

EVALUACIÓN

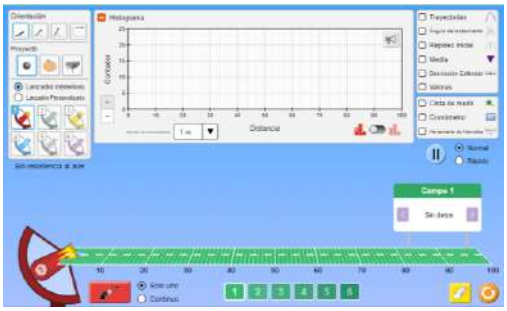
Con base en las definiciones dadas y en el siguiente enunciado responder los puntos a) al f):

En mecánica se estudia el lanzamiento de proyectiles. Un cuerpo es lanzado a cierto ángulo y con cierta rapidez inicial.

TEORÍA: Asumiendo que la *aceleración de la gravedad es constante* y que la *resistencia del aire es nula*, se deduce a partir de cinemática que la trayectoria del proyectil es una parábola. En estas condiciones, al hacer un lanzamiento siempre desde un mismo punto, con el mismo ángulo y la misma rapidez, el punto de impacto será siempre el mismo.

EXPERIMENTO: Con el fin de verificar la teoría del movimiento parabólico, se dispone de un cañón que debe ser inclinado a *un ángulo fijo* y lanzar *proyectiles idénticos* con *la misma rapidez en todos los disparos*.

Ingrese al simulador de lanzamiento de proyectiles en https://phet.colorado.edu/es/simulations/projectile-data-lab .
Seleccione la opción Mediciones
En la opción “solo uno” realice algunos disparos.



Responda lo siguiente:

a. ¿Qué cantidades físicas están presentes en este experimento?

b. ¿Qué le sucede al cañón cuando hace el disparo?

c. ¿Caen los proyectiles siempre en el mismo punto?

d. ¿Qué errores sistemáticos podrían darse?

e. ¿Qué errores aleatorios podrían darse?

f. Describa a partir de los conceptos de exactitud y precisión los disparos del cañón.

BIBLIOGRAFÍA

- Wilson, J. D., & Hernandez-Hall, C. A. (2015). Physics laboratory experiments. Cengage Learning.
- Smith, W. F. (2020). Experimental Physics. CRC Press.
- Miguel Ángel Hidalgo, & José Medina. (2009). Laboratorio de física. Pearson Educación.
- Paolo Fornasini. (2010). The uncertainty in physical measurements an introduction to data analysis in the physics laboratory. New York, Ny Springer.
- Raghavendra, N. V., & L Krishnamurthy. (2013). Engineering metrology and measurements. Oxford University Press.
- Cataldo, A., Giaquinto, N., De Benedetto, E., Masciullo, A., Cannazza, G., Lorenzo, I., Nicolazzo, J., Meo, M. T., De Monte, A., & Parisi, G. (2020). Basic Theory and Laboratory Experiments in Measurement and Instrumentation: A Practice-Oriented Guide. Springer International Publishing: Imprint: Springer.
- Guides in Metrology Committee: JCGM. (n.d.). BIPM. Retrieved July 12, 2024, from https://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm/
- Guide to the expression of uncertainty in measurement -Part 1: Introduction Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure - Partie 1: Introduction OIML G 1-GUM 1 Edition 2023 (E) Edition 2023 (E) ORGANISATION INTERNATIONALE DE MÉTROLOGIE LÉGALE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF LEGAL METROLOGY GUIDE. (n.d.). Retrieved July 12, 2024, from https://www.oiml.org/en/files/pdf_g/g001-gum1-e23.pdf
- International Organization of Legal Metrology. (2007). International Vocabulary of Metrology -Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM) 3rd Edition OIML V 2-200. https://www.oiml.org/en/files/pdf_v/v002-200-e07.pdf
- (2024). Iso.org. https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso-iec:guide:99:ed-1:v2:en
- NIST. (2023). National Institute of Standards and Technology | NIST. NIST. https://www.nist.gov/
- Meyers, F. (2021, February 23). International Vocabulary of Metrology. IUPAC | International Union of Pure and Applied Chemistry. https://iupac.org/international-vocabulary-of-metrology/
- EL INM - Instituto Nacional de Metrología - INM. (2016, November 8). https://inm.gov.co/web/
- Young, H. D., Freedman, R. A., A Lewis Ford, & Francis Weston Sears. (2016). Sears and Zemansky's University physics. Volume 1. Pearson.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2019). Physics for scientists and engineers with modern physics. Cengage Learning Asia Pte Ltd.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

La obtención e interpretación correcta de datos ha permitido descubrimientos a nivel microscópico, como las partículas subatómicas.

- ¿Cómo se descubren las partículas subatómicas?

- CERN Press Release: CERN experiments observe particle consistent with long-sought Higgs boson. (2014). CERN Document Server. https://cds.cern.ch/journal/CERNBulletin/2012/28/News%20Articles/1459454?ln=en
- La historia de las cinco sigmas en física de partículas. (2013, August 14). La Ciencia de La Mula Francis. https://francis.naukas.com/2013/08/14/la-historia-de-las-cinco-sigmas-en-fisica-de-particulas/

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	PRELIMINARES
	GRÁFICAS Y REGRESIÓN LINEAL

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

Los experimentos se diseñan para verificar la validez de las relaciones teóricas entre las cantidades físicas que describen algún fenómeno. Sin embargo, como se indicó en la sección anterior, los resultados experimentales están sujetos a diversas fuentes de incertidumbre. Por ello, al comparar entre las representaciones gráficas, de los datos y la del modelo teórico, no siempre concuerdan totalmente. El método de los mínimos cuadrados busca determinar la ecuación de la curva que mejor se aproxima a la gráfica de un conjunto de datos permitiendo contrastar entre el comportamiento experimental y el teórico.

Simulador: *https://phet.colorado.edu/sims/html/curve-fitting/latest/curve-fitting_all.html?locale=es*
https://phet.colorado.edu/es/simulations/least-squares-regression

TABLAS Y GRÁFICAS DE DATOS

Se tienen n parejas de datos que son el resultado de mediciones de algún experimento en el cual se busca verificar cómo los valores de una variable x se relacionan con los de otra variable Y. Estos valores se ordenan como se muestra en la tabla. Si x es la variable independiente y Y es la variable dependiente, al representarlos gráficamente en el plano cartesiano se les asignan a los valores x_i el eje de las abscisas y a los valores Y_i el eje de las ordenadas (figura 1). Las parejas de datos se expresan como coordenadas (x_i, Y_i) y la gráfica se denota como "Y vs x" o "Y en función de x" .

Los datos se organizan como se muestra en la tabla.

x	Y
x_1	Y_1
x_2	Y_2
...	...
x_{n-1}	Y_{n-1}
x_n	Y_n

Los datos se representan gráficamente en el plano cartesiano.

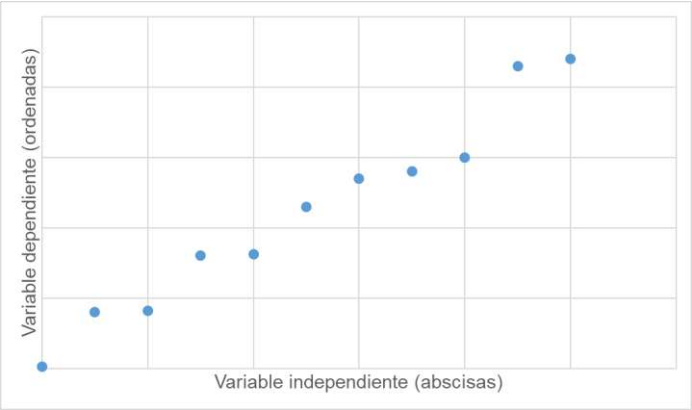
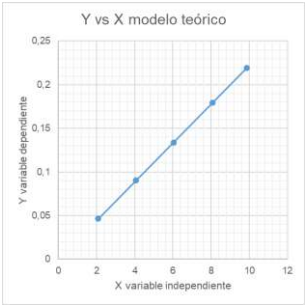
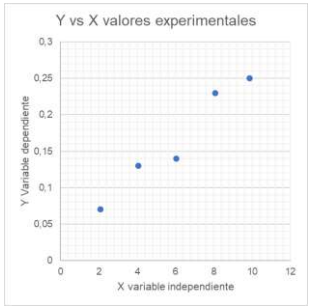
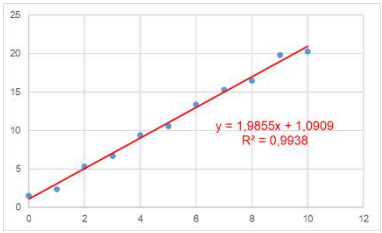
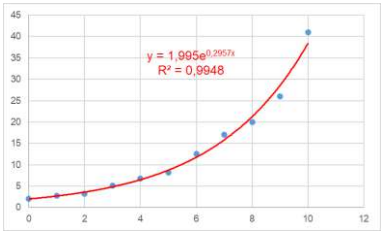
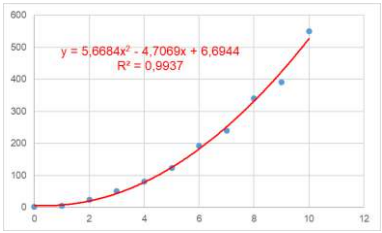
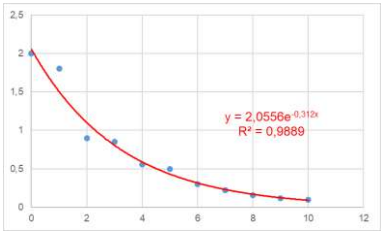
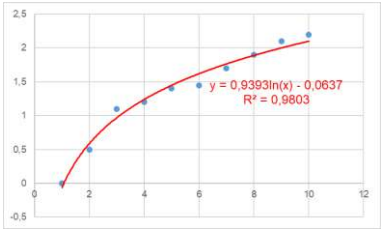


Figura 1

MODELO TEÓRICO (figura 1)		DATOS EXPERIMENTALES (figura 2)	
$Y = 0.022 * X$ Ecuación basada en el modelo teórico	 Representación gráfica de la ecuación	<table><tr><th>X</th><th>Y</th></tr><tr><td>2,08</td><td>0,07</td></tr><tr><td>4,06</td><td>0,13</td></tr><tr><td>6,03</td><td>0,14</td></tr><tr><td>8,07</td><td>0,23</td></tr><tr><td>9,86</td><td>0,25</td></tr></table> Datos experimentales ordenados en una tabla	 Representación gráfica de los datos de la tabla
Los modelos teóricos suelen establecer relaciones lineales, cuadráticas, exponenciales, logarítmicas, inversas, trigonométricas, etc. entre las variables que describen una ley o fenómeno físico. Al graficar estas relaciones en el plano cartesiano se obtienen curvas definidas, por ejemplo líneas rectas, parábolas, hipérbolas, senoidales, etc.		Al representar gráficamente los datos obtenidos de manera experimental, los puntos respectivos (x_i, Y_i) en el plano cartesiano no se ajustan rigurosamente a las curvas anteriormente mencionadas sino solamente sugerir cierta semejanza con éstas.	

Mediante el método de los mínimos cuadrados se pueden encontrar los valores de los parámetros que optimizan una curva que se ajuste lo mejor posible a la gráfica de un conjunto de datos que, en principio, deberían presentar un comportamiento conforme a lo que se establece desde la teoría. La utilidad de obtener una ecuación para una curva que se ajuste a un conjunto de datos es que, a partir de dicha ecuación, se puede contrastar entre los comportamientos experimental y teórico de las variables. También mediante una curva de ajuste se pueden realizar *estimaciones* para valores en los cuales las cantidades no fueron medidas. Dependiendo de la tendencia observada en la gráfica del conjunto de datos (x_i, Y_i) o de acuerdo a lo esperado según el modelo teórico, algunos ajustes que se pueden aplicar a los datos son los siguientes:

TENDENCIA	ECUACIÓN DE AJUSTE	TENDENCIA	ECUACIÓN DE AJUSTE
	$Y = m + cx$ Lineal		$Y = ce^{\lvert m\rvert x}$ Exponencial creciente
	$Y = p + cx + mx^2$ Cuadrático		$Y = ce^{-\lvert m\rvert x}$ Exponencial decreciente
	$Y = cx^m$ Potencia		$Y = m + c\ \ln\lvert x\rvert$ Logarítmico

En algunas situaciones, un conjunto de datos que no tenga una tendencia lineal se puede linealizar mediante un cambio de variable, por ejemplo:

LINEALIZACIÓN		
MODELO ORIGINAL	CAMBIO DE VARIABLE	MODELO LINEALIZADO
$Y = cX^m$ Potencia	$X^m \longrightarrow x$	$Y = cx$
$Y = ce^{mX}$ Exponencial	$e^{mX} \longrightarrow x$	$Y = cx$
$Y = c\ln\lvert X\rvert$ Logarítmico	$\ln\lvert X\rvert \longrightarrow x$	$Y = cx$

Cuando el método de mínimos cuadrados se aplica para encontrar la recta que mejor se ajusta a la gráfica de un conjunto de datos, se obtiene el ajuste lineal o regresión lineal.

REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

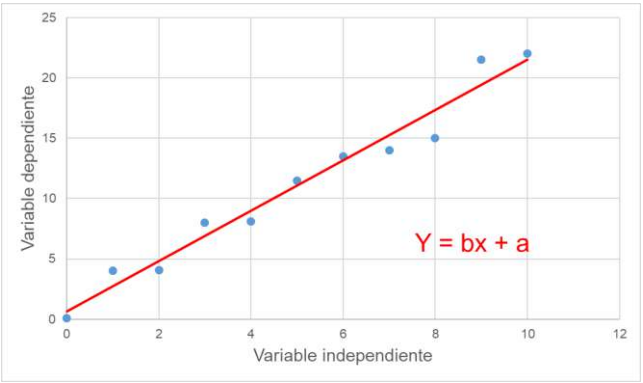
La ecuación de la recta que se ajusta a las n parejas de datos (x_i, Y_i) está conformada por la pendiente b y el punto de corte a,es decir

$$Y = bx + a$$

La calidad del ajuste se cuantifica mediante el coeficiente de correlación r.

Mediante el método de mínimos cuadrados, se obtiene que estos valores están dados por las siguientes expresiones:

PENDIENTE	$b = \dfrac{n * \sum x_i Y_i - \sum x_i * \sum Y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$
PUNTO DE CORTE	$a = \dfrac{\sum Y_i * \sum x_i^2 - \sum x_i * \sum x_i Y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	$r = \dfrac{n * \sum x_i Y_i - \sum x_i * \sum Y_i}{\sqrt{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}\sqrt{n\sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2}}$

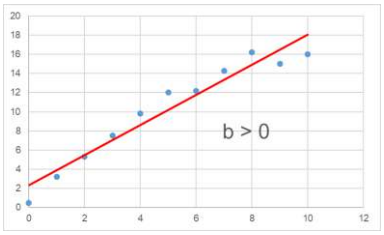


PENDIENTE

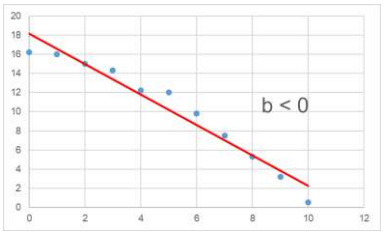
Es un valor que cuantifica qué tanto aumenta o disminuye la variable dependiente respecto a la variable independiente. Entre mayor sea el valor absoluto de la pendiente mayor será la variación de la variable dependiente respecto a la independiente. Gráficamente a mayor magnitud de la pendiente, mayor inclinación tendrá la recta. Su valor puede ser:

- $b > 0$ lo que indica que al aumentar la variable independiente la dependiente también aumenta.
- $b < 0$ lo que indica que al aumentar la variable independiente la dependiente disminuye.
- $b = 0$ lo que indica que al aumentar la variable independiente la dependiente no varía.

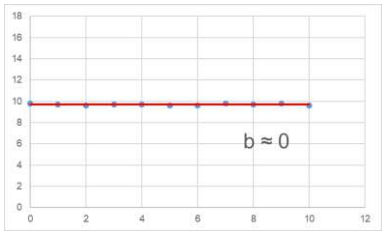
Las unidades de la pendiente son las unidades de la variable dependiente sobre las unidades de la variable independiente.



Gráfica creciente



Gráfica decreciente



b ≈ 0 Gráfica ≈ horizontal

El significado físico de la pendiente de la ecuación de la recta del ajuste depende de la ecuación del modelo teórico con el cual se esté comparando y su interpretación es un paso fundamental en el análisis de los datos. Por ejemplo:

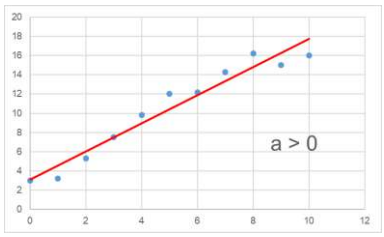
ECUACIÓN MODELO TEÓRICO	Movimiento rectilíneo uniforme, donde: $S = posición$ $S_o = posición\ inicial$ $t = tiempo$ $v = velocidad$ $S = vt + S_o$	Carga almacenada por un capacitor, donde: $Q = carga\ eléctrica$ $V = voltaje\ del\ capacitor$ $C = capacitancia$ $Q = CV$	Energía potencial elástica de un muelle, donde: $E = energía\ potencial$ $k = constante\ de\ elasticidad$ $s = deformación\ del\ muelle$ $E = \frac{1}{2}ks^2$
ECUACIÓN DE LA RECTA DEL AJUSTE	$Y = bx + a$	$Y = bx + a$	$Y = bx + a$
COMPARACIÓN TÉRMINO A TÉRMINO	Se expresa la ecuación de la recta del ajuste en términos de las variables físicas: $Y \rightarrow S\ ;\ x \rightarrow t$ Ecuación del ajuste: $S = bt + a$ Ecuación teórica: $S = vt + S_o$	Se expresa la ecuación de la recta del ajuste en términos de las variables físicas: $Y \rightarrow Q\ ;\ x \rightarrow V$ Ecuación del ajuste: $Q = bV + a$ Ecuación teórica: $Q = CV$	Se expresa la ecuación de la recta del ajuste en términos de las variables físicas: $Y \rightarrow E\ ;\ x \rightarrow (s^2)$ Ecuación del ajuste: $S = b(s^2) + a$ Ecuación teórica: $E = \frac{1}{2}ks^2$
INTERPRETACIÓN	$b = v\ ;\ a = S_o$ La pendiente equivale a la velocidad El punto de corte equivale a la posición inicial (e incluye errores de medición)	$b = C\ ;\ a = ¿?$ La pendiente equivale a la capacitancia. El punto de corte no tiene término para comparar con la ecuación teórica, se atribuye a errores de medición.	$b = \frac{1}{2}k\ ;\ a = ¿?$ La pendiente equivale a la mitad de la constante de elasticidad El punto de corte no tiene término para comparar con la ecuación teórica, se atribuye a errores de medición.

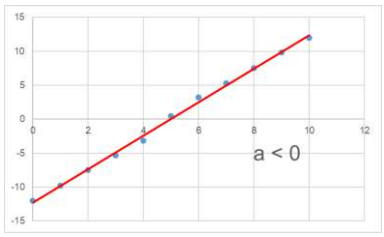
PUNTO DE CORTE

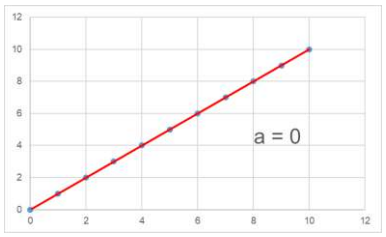
Es el valor que, según la ecuación del ajuste, toma la variable dependiente cuando la variable independiente toma un valor de cero. Este valor puede ser:

- $a > 0$ la recta del ajuste corta el eje de las ordenadas en un valor positivo.
- $a < 0$ la recta del ajuste corta el eje de las ordenadas en un valor negativo.
- $a = 0$ la recta del ajuste pasa por el origen coordenadas.

Las unidades del punto de corte son las mismas de la variable dependiente.





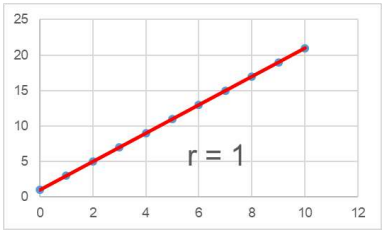


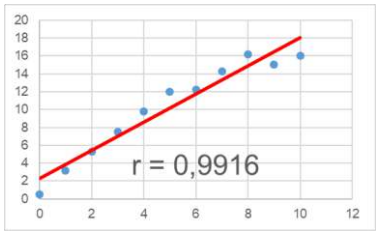
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

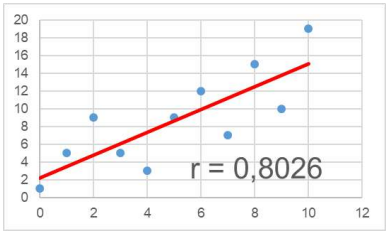
Es un valor que cuantifica qué tan linealmente correlacionados están los valores de la variable dependiente con los de la independiente. Su valor se encuentra en el intervalo $-1 \leq r \leq 1$.

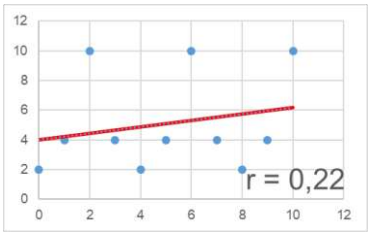
- Si $|r| = 1$ significa que los puntos de los datos coinciden totalmente con la recta del ajuste
- Si $|r| \approx 1$ significa que los puntos de los datos están muy correlacionados linealmente.
- Si $|r| \approx 0$ significa que los puntos de los datos no están muy correlacionados linealmente.

El coeficiente de correlación es adimensional.









El procedimiento de regresión lineal se puede llevar a cabo mediante las operaciones predefinidas en la calculadora científica, en un software como Excel, o en algún programa o aplicación con funciones estadísticas.

PROCEDIMIENTO CON LA CALCULADORA CIENTÍFICA

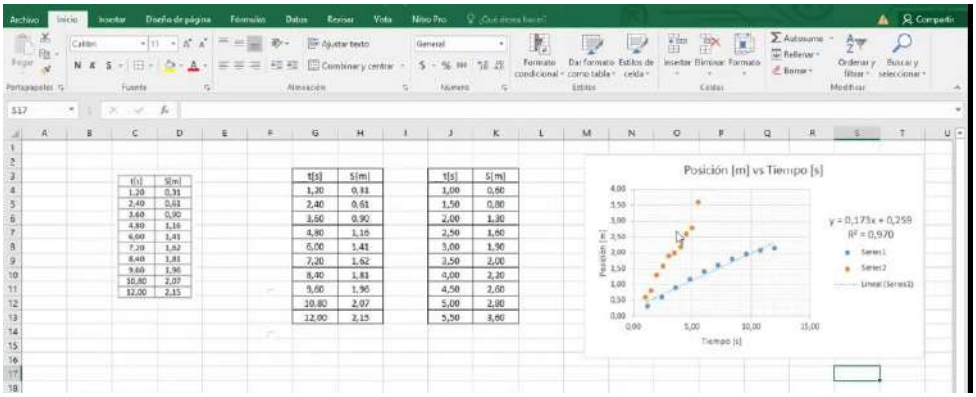
1. [ON] → [MODE]
2. STAT [3]
3. Seleccionar la opción [2] A+BX
4. Aparece la tabla en pantalla

X	Y

5. Se ingresan los valores en la columna de la X (variable independiente). Para ello se digita el valor y se oprime [=]
6. Se ingresan los valores en la columna de la Y (variable dependiente). Para ello se digita el valor y se oprime [=]
7. Se oprime [AC]
8. [SHIFT] → [1] (STAT)
9. [5] REG
10. [1][=] Punto de corte: A = ____
11. Se oprime [AC]
12. [SHIFT] → [1] (STAT)
13. [5] REG
14. [2][=] Pendiente: B = ____
15. Se oprime [AC]
16. [SHIFT] → [1] (STAT)
17. [5] REG
18. [3][=] Correlación: r = ____

Para más detalles, puede buscar en el manual de usuario del modelo de su calculadora. Por ejemplo: https://www.casio.com/content/dam/casio/global/support/manuals/calculators/pdf/004-en/f/fx-570ES_EN.pdf pag E49.

Para el procedimiento de graficación de datos y regresión lineal en Excel, puede revisar en: https://acortar.link/6O30DL



EVALUACIÓN

Resolver en clase con la orientación del docente los siguientes ejercicios:

a. Con base en lo expuesto en la guía, seleccionar si las siguientes sentencias son verdaderas (V) o falsas (F):

Al graficar la ecuación que relaciona las variables de acuerdo a un modelo teórico, se obtiene una curva bien definida.	V	F
Al graficar los valores que relacionan las variables de acuerdo a mediciones, se suele obtener un conjunto de puntos que sugieren cierta tendencia.	V	F
Los valores de la variable dependiente se ubican en el eje de las abscisas.	V	F
Las unidades de la pendiente son las unidades de la variable independiente sobre las unidades de la variable dependiente.	V	F
Las unidades del punto de corte son las mismas unidades de la variable independiente.	V	F

b. La expresión teórica para la energía potencial de un capacitor está dada por

$$E = \frac{1}{2}QV$$

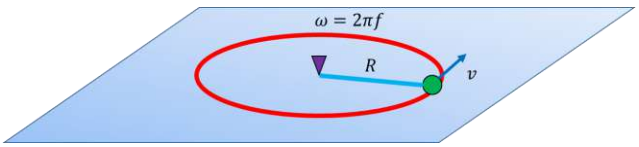
Donde E es la energía potencial eléctrica, Q es la carga almacenada y V es el voltaje del capacitor.
En un experimento con un capacitor, se almacenó una cantidad de carga eléctrica Q que se mantuvo constante durante el experimento, mientras que se varió el voltaje (en voltios V) y se midió la energía (en julios J), obteniéndose la siguiente ecuación de la recta del ajuste para la gráfica E vs V:

$$Y = 1{,}8 \times 10^{-7}x + 0.01 \times 10^{-9}$$

i. Identifique la pendiente y el punto de corte en la ecuación.
ii. Escriba la ecuación en términos de las variables físicas en cuestión.
iii. Determine las unidades de la pendiente y del punto de corte.
iv. Interprete el significado físico de la pendiente.
v. Calcular a partir de la pendiente el valor de la carga almacenada en el capacitor.

c. A partir de la siguiente información, realizar el procedimiento de regresión lineal y obtener los valores y unidades de la pendiente, el punto de corte y el coeficiente de correlación.

En un experimento de cinemática rotacional, se tomaron valores de velocidad v y radio R, para un móvil que giraba en una trayectoria circular en una superficie horizontal mediante un mecanismo que mantenía la frecuencia f constante como se muestra en la figura. Los datos se muestran en la siguiente tabla.



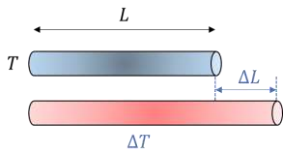
$R[m]$	$v[m/s]$
0,05	0,60
0,10	1,60
0,15	1,70
0,20	2,20
0,25	3,00
0,30	3,20

Ecuación teórica: $v = 2\pi f\ R$

i. Realizar la gráfica v vs R.
ii. Mediante regresión lineal determinar los valores de la pendiente, el punto de corte y el coeficiente de correlación de la ecuación de la recta que mejor se ajusta la gráfica v vs R, con sus respectivas unidades.
iii. Escriba la ecuación de la recta que se ajusta a la gráfica v vs R.
iv. Interprete el significado físico de la pendiente y del punto de corte.
v. A partir de la pendiente, determine el valor de la frecuencia f.

d. A partir de la siguiente información, realizar el procedimiento de regresión lineal y obtener los valores y unidades de la pendiente, el punto de corte y el coeficiente de correlación.

En un experimento de dilatación térmica, se aumentaba de manera gradual la temperatura de una barra metálica cuya longitud inicial era de $L_0 = 15\,cm$ a una temperatura de 25°C. La varilla es de una material cuyo coeficiente de dilatación térmica es α. Se tomaron valores de longitud L y de temperatura T y los cambios ΔT y ΔL aparecen registrados en la siguiente tabla:



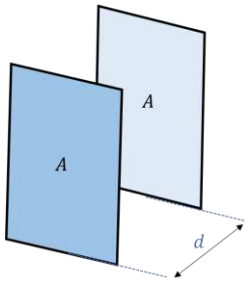
$\Delta T[°C]$	$\Delta L[cm]$
50,00	0,0033
100,00	0,0057
175,00	0,0075
225,00	0,0099
250,00	0,0129
300,00	0,0153

Ecuación teórica: $\Delta L = L_o \alpha \Delta T$

i. Realizar la gráfica ΔL vs ΔT.
ii. Mediante regresión lineal determinar los valores de la pendiente, el punto de corte y el coeficiente de correlación de la ecuación de la recta que mejor se ajusta a la gráfica ΔL vs ΔT, con sus respectivas unidades.
iii. Escriba la ecuación de la recta que se ajusta a la gráfica ΔL vs ΔT.
iv. Interprete el significado físico de la pendiente y del punto de corte.
v. A partir de la pendiente, determine el valor del coeficiente de dilatación térmica α.

e. A partir de la siguiente información, realizar el procedimiento de regresión lineal y obtener los valores y unidades de la pendiente, el punto de corte y el coeficiente de correlación.

En un experimento de capacitancia eléctrica se tenía un capacitor de dos láminas metálicas rectangulares paralelas de área $A = 0{,}04m^2$. Se variaba la distancia d de separación entre las láminas y se medía la capacitancia del sistema. Los datos así obtenidos se registraron en la siguiente tabla.



$d\ [mm]$	$1/d\ \ [mm]^{-1}$	$C\ [pF]$
1,00		362,57
2,00		165,43
3,00		138,97
4,00		78,57
5,00		74,01
6,00		60,99

Ecuación teórica: $C = \varepsilon_O\, A/d$

i. Realizar la gráfica C vs d. ¿Es lineal?
ii. Complete la tabla calculando los valores de $1/d$
iii. Realizar la gráfica C vs $1/d$. ¿Es lineal?
iv. Mediante regresión lineal determinar los valores de la pendiente, el punto de corte y el coeficiente de correlación de la ecuación de la recta que mejor se ajusta a la gráfica C vs $1/d$, con sus respectivas unidades.
v. Escriba la ecuación de la recta que se ajusta a la gráfica C vs $1/d$. Interprete el significado físico de la pendiente y del punto de corte.
vi. A partir de la pendiente, determine el valor de la permitividad eléctrica del vacío ε_o.

BIBLIOGRAFÍA

- Smith, W. F. (2020). Experimental Physics. CRC Press, pag 43 – 50
- Wilson, J. D., & Hernandez-Hall, C. A. (2015). Physics laboratory experiments. Cengage Learning, pag 18 – 23
- Paolo Fornasini. (2010). The uncertainty in physical measurements an introduction to data analysis in the physics laboratory. New York, Ny Springer, pag 177 - 207 – 217
- Quirk, T. J., Quirk, M. H., Horton, H. F., & Springerlink (Online Service. (2016). Excel 2016 for Physical Sciences Statistics : A Guide to Solving Practical Problems. Springer International Publishing, pag 107
- Mergel, D. (2023). *Physics with Excel and Python*. Springer Nature, pag 419
- Miguel Ángel Hidalgo, & José Medina. (2009). Laboratorio de física. Pearson Educación, pag 6
- Walpole, R. E., Myers, R. H., & Myers, S. L. (2012). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias (9a. ed.). Pearson Educación, pag 389
- Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2021). Numerical methods for engineers. New York, Ny Mcgraw-Hill, pag 447 – 452, 462.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

La obtención e interpretación correcta de datos ha permitido descubrimientos a nivel cosmológico como la expansión del Universo y a nivel planetario como el del planeta Neptuno.

- ¿Cómo se descubrió la expansión del Universo?

- Hubble, E. (1929). A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae. Proceedings of the National Academy of Sciences, 15(3), 168–173. https://doi.org/10.1073/pnas.15.3.168

- ¿Cómo se descubrió el planeta Neptuno?

- Airy, G. B. (1847). Account of some circumstances historically connected with the discovery of the Planet exterior to Uranus. Astronomische Nachrichten, 25(10), 131–148. https://doi.org/10.1002/asna.18470251002

GUÍAS DE LAS PRÁCTICAS

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	MECÁNICA
	MOVIMIENTO RECTILÍNEO

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

El movimiento es el cambio de posición de un objeto a medida que transcurre el tiempo. Cuando un objeto se mueve traza una línea imaginaria llamada trayectoria, siendo la más simple la rectilínea, en la cual el objeto se desplaza siempre en la misma dirección. En esta práctica estudiaremos el movimiento rectilíneo utilizando un carril, un deslizador y unas pesas para verificar la relación entre la posición, la velocidad la aceleración, el tiempo, la masa y la fuerza. Las leyes de Newton han sido fundamentales en el desarrollo de la ciencia y la ingeniería tanto para comprender el cómo y el porqué del movimiento de los objetos como en aplicaciones de análisis y diseño de mecanismos.
Simulador: https://thephysicsaviary.com/Physics/Curriculum/singlepage.php?ID=12

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Cinemática
- Posición, desplazamiento y trayectoria
- Velocidad y aceleración (media e instantánea)
- Gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo.
- Interpretación de la pendiente y el área de la gráfica.
- Dinámica
- Masa y fuerza
- Peso, normal, tensión y fricción
- Leyes de Newton
- Trabajo y energía

LISTA DE MATERIALES

Leybold, P1.3.3.4 https://www.ld-didactic.com/catalogues/physics/physics-experiments-es-cat.html
Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Sensor Cassy con adaptador de 12 V	1	Cable de 6 polos, 100 cm	1
Cable de datos	1	Cable de conexión, 100 cm	2
Unidad BMW	1	Electroimán de retención para carril	1
Carril de aire	1	Carro deslizador (masa 88 g) con cuerda	1
Soporte para el carril	2	Masa de 1 g	12
Fuente de aire	1	Disco de 100 g	4
Sensor polea	1	Computador con Cassy Lab	1

NOTA DE SEGURIDAD:

- Asegurar que los discos queden ensamblados con los postes y los agujeros.
- Antes de iniciar el movimiento verificar siempre que el hilo pase por el canal de la polea.
- Ubique la polea a una altura tal que el hilo quede paralelo al carril.

ENSAMBLE DEL MONTAJE

El montaje a realizar se muestra en el diagrama de la figura 1. Tener especial cuidado con la conexión de los extremos del cable de 6 polos ya que tienen una orientación determinada.

1. Ubicar en una mesa horizontal el carril con sus respectivos soportes, la fuente de aire y el Sensor Cassy con la unidad BMW instalada en el INPUT A.
2. Conectar la entrada de aire del extremo del carril con la salida de aire de la fuente.
3. Instalar el sensor polea en el extremo al final del carril y alineado con éste.
4. Conectar con el cable de 6 polos el sensor polea a la entrada respectiva de la Unidad BMW. Tener cuidado de orientar bien los pines del cable con los terminales del sensor polea y de la Unidad BMW.
5. Ubicar el electroimán de retención a una distancia de entre 90 y 70 cm del sensor polea. El tornillo interno del electroimán debe sobresalir ligeramente.
6. Conectar el electroimán con los cables de 100 cm a los terminales rojo (+) y azul (-) de la parte inferior del sensor Cassy.
7. Verificar que la perilla de voltaje del Sensor Cassy, que está en medio de los terminales rojo y azul, se encuentre totalmente girada en sentido antihorario.
8. Conectar el Sensor Cassy al computador con el cable de datos.
9. Conectar el adaptador de 12 V a la entrada de alimentación del Sensor Cassy.
10. Ubicar el deslizador sobre el carril de tal manera que el contacto metálico toque el tornillo interno del electroimán.
11. Ubicar la cuerda del deslizador de manera que quede horizontal alineada con el carril y pasando por el canal de la polea y con la masa del contrapeso colgando del extremo.

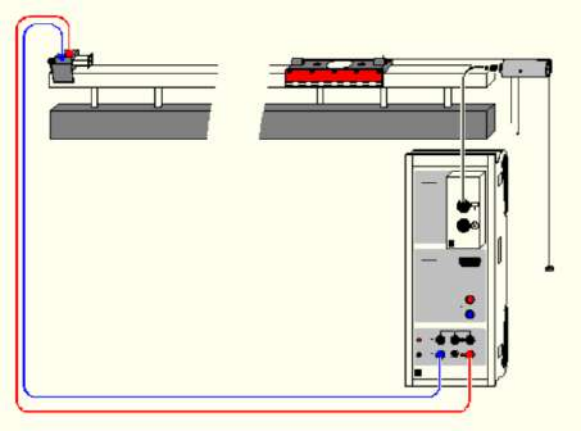


Figura 1

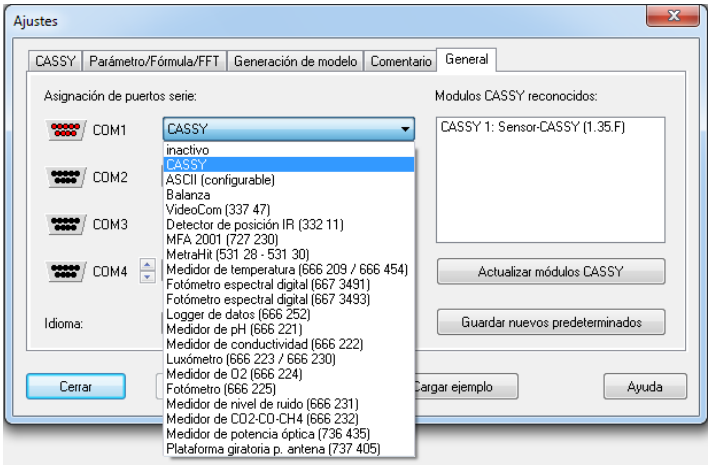


Figura 2

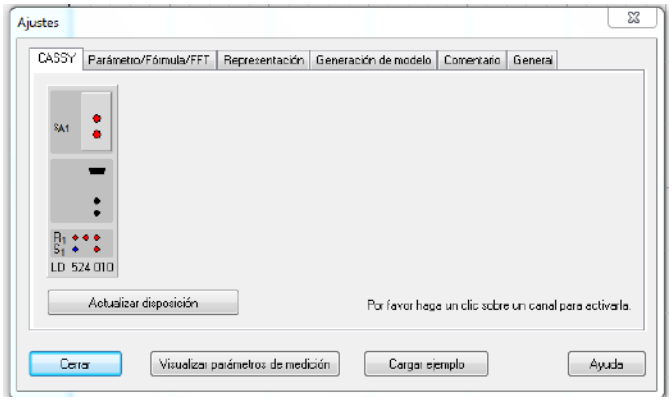


Figura 3

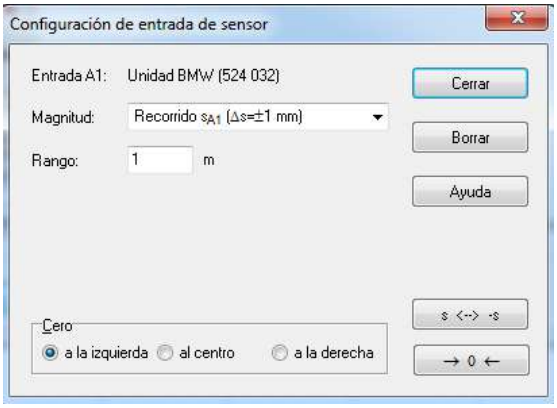


Figura 4

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Para la toma de datos se deben realizar en orden los siguientes pasos:

1. Nivelación del carril:
   a. Levantar la cuerda con el contrapeso de tal manera que no hale al deslizador.
   b. Encender la fuente de aire y ajustar el flujo hasta que el deslizador se levante ligeramente.
   c. Verificar que el deslizador no se mueva a lo largo del carril, sino que quede en reposo. De no ser así, ajuste el nivel del carril con los tornillos ubicados en las bases hasta lograr que el deslizador se mantenga equilibrado.
2. Conectar el adaptador del Sensor Cassy al tomacorriente.
3. Configuración del software Cassy Lab.
   a. En el computador, clic izq en inicio.
   b. Clic izq en el ícono para ingresar a Cassy Lab.
   c. Aparece la ventana de información . Cerrar.
   d. Aparece la ventana de ajustes F5 . Activar el Sensor Cassy en la pestaña General (ver figura 2).
   e. En la ventana de ajustes F5 . Clic izq en Cargar ejemplo.
   f. Aparece la ventana de ayuda F1 . En Ejemplos de ensayos dar clic izq en Física.
   g. Clic izq en *Movimientos con el carril con cojín de aire (Ecuación de movimiento de Newton).*
   h. Clic en Cargar ejemplo (*m = constante*).
   i. Aparece la ventana de Descarga de archivos. Clic izq en Abrir.
   j. Aparecen las ventanas de Recorrido S_{A1} y de Parámetro de medición. Cerrarlas.
   k. Aparece la ventana para el registro de los datos y las gráficas. Para limpiar los datos: dar un solo clic izq ya sea en F4 o en el ícono de Borrar medición en la parte superior izquierda de la pantalla.
4. Instalar discos de 100 g con el poste en el agujero del deslizador. Mínimo un disco. Esta masa se mantendrá fija en todos los ensayos. Regístrela en la tabla de datos.
5. Girar en sentido horario la perilla de voltaje del Sensor Cassy hasta que el electroimán retenga el deslizador por el contacto metálico.
6. Verificar que el contacto metálico del deslizador toque el tornillo del electroimán y lo esté reteniendo.
7. Agregar en el extremo de la cuerda pesas de 1 g. Mínimo debe haber como masa colgante cuatro pesas. Regístrela en la tabla de datos. Verificar que la cuerda pase por el canal de la polea y no por fuera.
8. Encender la fuente de aire y aumentar el flujo hasta que el deslizador se levante levemente.
9. En la ventana de Ajustes F5 en el ícono del Sensor Cassy (ver figura 3) dar clic en S_{A1}.
10. En la ventana de configuración del sensor dar clic en cero abajo a la derecha (ver figura 4). Cerrar las ventanas. Una vez hecho este paso no debe mover la cuerda ya que se descalibra el sensor polea.
11. Dar clic en F9 para iniciar el experimento. El deslizador se libera y se inicia el registro de los datos del movimiento.
12. Cuando el deslizador se detenga al otro extremo del carril, dar clic en F9 para detener el registro de datos.
10. Retornar el deslizador a la posición inicial en contacto con el electroimán.
11. Apagar la fuente de aire.
12. Repetir los pasos 6 al 11 de la ejecución hasta haber hecho al menos cuatro ensayos con masas colgantes diferentes .

En caso de que una medición haya arrojado datos irregulares, puede:

i) Eliminar los datos que presenten anomalías, dando clic der sobre la tabla y en el menú que se despliega dar clic izq en Borrar última línea de tabla. O bien, eliminar toda la serie de datos, dando clic der sobre la tabla y en el menú que se despliega dar clic izq en Borrar última serie de medición. Una vez haya borrado los datos, repetir los pasos 5 al 11 de la ejecución.

ii) La causa de datos irregulares puede ser un flujo de aire insuficiente según sea la masa en el deslizador. Para ello ajustar la intensidad del flujo. También podría suceder que el electroimán o bien tiene poca fuerza o demasiada fuerza para retener el deslizador según sea la masa colgante. Para ello ajustar la fuerza del electroimán. Ajustar la altura y la alineación de la polea y el hilo con respecto al carril.

TABLA DE DATOS

ENSAYO	MASA DEL DESLIZADOR [kg]	MASA COLGANTE (CONTRAPESO) [kg]
1		
2		
3		
4		
5		

Adicionalmente, el software Cassy Lab empleado en esta práctica, genera las tablas de datos con las mediciones realizadas en el experimento.

EVALUACIÓN

Con base en los datos obtenidos resolver lo siguiente:

a. A partir de las tablas de aceleración, hallar con ayuda del software la aceleración promedio para cada movimiento.
CINEMÁTICA
b. A partir de las gráficas de velocidad vs tiempo, calcular la aceleración media y compararla con los datos arrojados por el software en el ítem a). Calcular el error porcentual en cada caso.
c. A partir de las gráficas de velocidad vs tiempo, calcular la distancia recorrida en cada movimiento. Comparar con el valor correspondiente de recorrido de las respectivas gráficas recorrido vs tiempo. Calcular el error porcentual.
DINÁMICA
d. Realizar la gráfica F[N] vs a[m/s^2] de la pestaña "Newton" mostrada en el software, para esto usar la aceleración promedio del ítem a) e ingresarla en la tabla junto con la fuerza correspondiente a cada movimiento.
e. Aplicar regresión lineal y calcular la pendiente, el punto de corte y el coeficiente de correlación de la gráfica F[N] vs a[m/s^2]. Determinar el valor de la masa constante a partir de la pendiente (experimental) y comparar con el valor usado durante el ensayo (aceptado). Calcular el error porcentual.
f. Realizar el diagrama de cuerpo libre del sistema (deslizador y masa colgante) y mediante las leyes de Newton obtenga las expresiones para calcular la aceleración y la fuerza solo con las masas y la aceleración gravitacional (sin tener en cuenta la fricción).
g. A partir de la expresión para la aceleración obtenida en el ítem f), determinar la aceleración (valor aceptado) para cada movimiento y compararla con las aceleraciones (valor experimental) del ítem a). Calcular el error porcentual en cada caso.
TRABAJO Y ENERGÍA
h. Con la velocidad final, para cada movimiento, determinar la energía cinética del carrito.
i. A partir de los datos obtenidos de fuerza y distancia, determinar el trabajo realizado por la fuerza aplicada sobre el carrito en cada movimiento. Comparar con los resultados del ítem h). ¿Qué concluye?

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.
¿Qué relación muestran las gráficas de Posición vs Tiempo? ¿Qué relación muestran las gráficas de Velocidad vs Tiempo? ¿Qué relación muestran las gráficas de Aceleración vs Tiempo? ¿Qué relación muestran las gráficas de Fuerza vs Aceleración? ¿Qué variaciones hay entre las gráficas al aumentar la masa colgante dejando fija la masa del deslizador? ¿Coinciden los valores aceptados con los experimentales?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo I. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

La Biomecánica estudia los aspectos mecánicos de los organismos vivos, siendo de particular interés el cuerpo humano. Al observar la forma en que se mueve un cuerpo y al analizar las fuerzas tanto internas como externas se pueden realizar diagnósticos en cuanto al rendimiento físico y a la salud.

- Herramientas para analizar el movimiento de los cuerpos:
- Hall, S. J. (2019). Basic biomechanics (8th ed.). Mcgraw-Hill Education.

- Aplicaciones de la cinemática y la dinámica en la evaluación del rendimiento de deportistas y el diagnóstico de la salud de adultos mayores:
- Flanagan, S. P. (2014). Biomechanics : a case-based approach. Jones & Bartlett Learning.
- Peter Merton Mcginnis. (2013). Biomechanics of sport and exercise. Human Kinetics.

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	MECÁNICA
	COLISIONES

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

La cinemática consiste en describir el movimiento de un objeto a partir de su posición, velocidad y aceleración en función del tiempo sin tener en cuenta su masa. La dinámica considera el efecto de la masa y de las fuerzas en el estado de movimiento o de reposo del cuerpo. La cantidad de movimiento, también conocida como momentum, momento lineal o ímpetu, es una cantidad física que relaciona la masa del objeto con su velocidad, e idealmente en un sistema cerrado se conserva. En esta práctica, emplearemos unos carritos deslizadores junto a unas puntas de colisión y unas pesas para experimentar diferentes tipos de colisiones. El estudio de las colisiones es relevante al analizar desde accidentes de tránsito hasta en el descubrimiento de partículas subatómicas.
Simulador: https://phet.colorado.edu/es/simulations/collision-lab

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Cantidad de movimiento, momentum o ímpetu
- Relación entre impulso y fuerza
- Principio de conservación de la cantidad de movimiento
- Energía cinética, energía potencial y energía mecánica
- Principio de conservación de la energía
- Colisiones
- Tipos de colisiones
- Coeficiente de restitución

LISTA DE MATERIALES

Leybold, P1.3.4.8 https://www.ld-didactic.com/catalogues/physics/physics-experiments-es-cat.html
Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Sensor Cassy con adaptador de 12 V	1	Barreras de luz en horquilla	2
Cable de datos	1	Cable de 6 polos, 100 cm	2
Unidad Timer	1	Carro deslizador con banderín	2
Carril de aire	1	Puntas de colisión	4
Soporte para el carril	2	Disco de 100 g	4
Fuente de aire	1	Computador con Cassy Lab	1

NOTA DE SEGURIDAD:

- Asegurar que los discos queden ensamblados con los postes y los agujeros.
- Tener especial cuidado con la punta de aguja.
- Estar pendiente de que los carros deslizadores no se caigan por el extremo del carril.
- Nivelar el carril de tal manera que los carros se mantengan en reposo, pero elevados con el aire encendido.

ENSAMBLE DEL MONTAJE

El montaje a realizar se muestra en el diagrama de la figura 1. Tener especial cuidado con la conexión de los extremos de los cables de 6 polos ya que tienen una orientación determinada.

1. Ubicar en una mesa horizontal el carril con sus respectivos soportes, la fuente de aire y el Sensor Cassy con la Unidad Timer instalada en el INPUT A.
2. Conectar la entrada de aire del extremo del carril con la salida de aire de la fuente.
3. Instalar las barreras de luz en horquilla en la parte central del carril y a una distancia de 28 cm aproximadamente entre sí. Para ello ubicar el imán de la barrera de luz en contacto con la parte inferior del carril.
4. Conectar con los cables de 6 polos las barreras de luz a las entradas respectivas (E y F) de la Unidad Timer. Tener cuidado de orientar bien los pines del cable con los terminales de las barreras de luz y de la Unidad Timer.
5. Conectar el Sensor Cassy al computador con el cable de datos.
6. Conectar el adaptador de 12 V a la entrada de alimentación del Sensor Cassy.
7. Instalar los banderines, uno en cada deslizador.
8. Ubicar los deslizadores con los banderines sobre el carril.

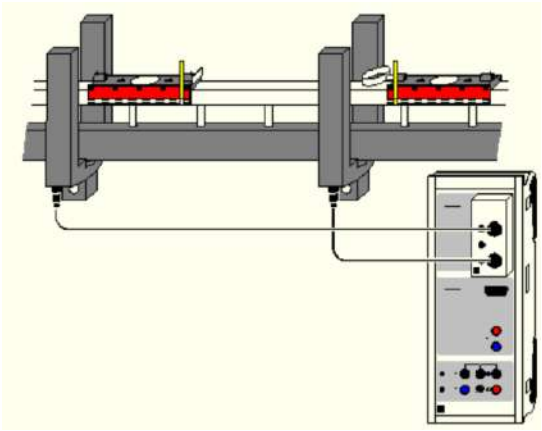


Figura 1

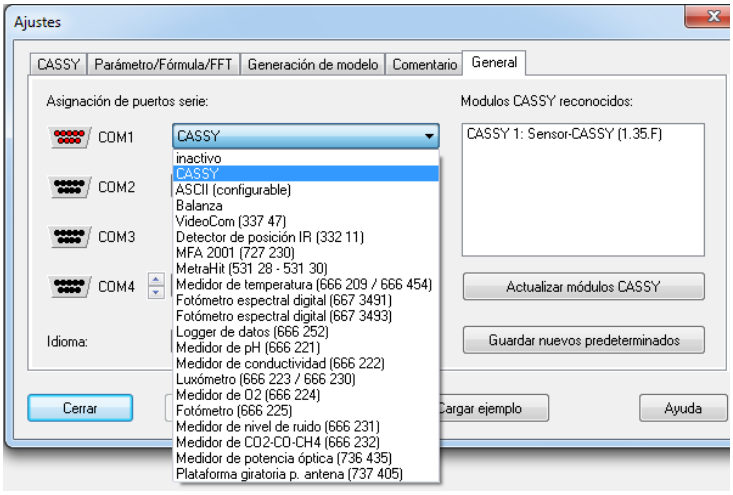


Figura 2

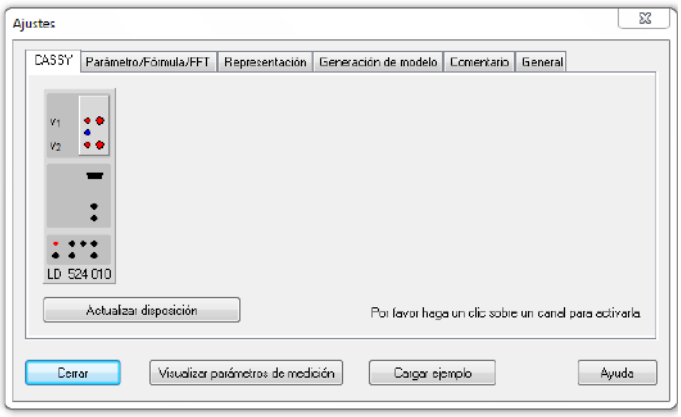


Figura 3

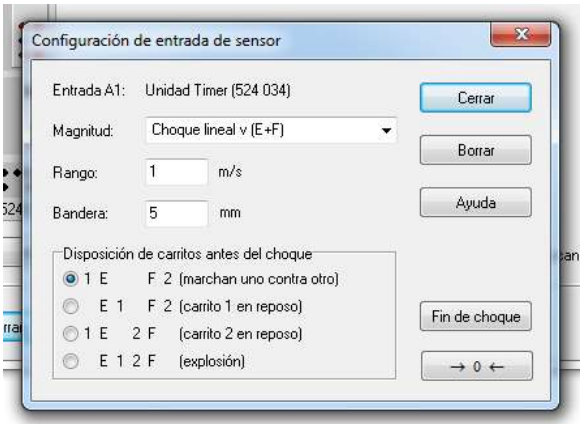


Figura 4

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Para la toma de datos se deben realizar en orden los siguientes pasos:

1. Nivelación del carril:
   a. Encender la fuente de aire y ajustar el flujo hasta que el deslizador se levante ligeramente.
   b. Verificar que el deslizador no se mueva a lo largo del carril, sino que quede en reposo. De no ser así, ajuste el nivel del carril con los tornillos ubicados en las bases hasta lograr que el deslizador se mantenga equilibrado.
2. Conectar el adaptador del Sensor Cassy al tomacorriente.
3. Configuración del software Cassy Lab.
   a. En el computador, clic izq en inicio.
   b. Clic izq en el ícono para ingresar a Cassy Lab.
   c. Aparece la ventana de información . Cerrar.
   d. Aparece la ventana de ajustes F5 . Activar el Sensor Cassy en la pestaña General (ver figura 2).
   e. En la ventana de ajustes F5 . Clic izq en Cargar ejemplo.
   f. Aparece la ventana de ayuda F1 . En Ejemplos de ensayos dar clic izq en Física.
   g. Clic izq en *Conservación de la cantidad del movimiento de la energía (Choques).*
   h. Clic en Cargar ejemplo.
   i. Aparece la ventana de Descarga de archivos. Clic izq en Abrir.
   j. Aparecen las ventanas de velocidades y masas y parámetro de medición. Cerrarlas.
   k. Aparece la ventana para el registro de los datos. Para limpiar los datos: dar un solo clic izq ya sea en F4 o en el ícono de Borrar medición en la parte superior izquierda de la pantalla.
4. Seleccionar el set de puntas de colisión a emplear:
   - punta plana y punta resorte (colisiones elásticas)
   - punta aguja y punta almohadilla (colisiones inelásticas)
5. Instalar una punta en cada deslizador.
6. Instalar discos de 100 g con el poste en el agujero del deslizador. Mínimo un disco. Registre las masas y el tipo de punta en la tabla de datos.
7. Encender la fuente de aire y aumentar el flujo hasta que el deslizador se levante levemente.
8. En la ventana de Ajustes F5 en el ícono del Sensor Cassy (ver figura 3) dar clic en v_1 v_2. Se despliega la ventana de configuración del sensor.
9. En la ventana de configuración del sensor seleccionar la disposición de los carritos deslizadores antes del choque (ver figura 4). La posición de los números (1 y 2) representa la ubicación de los deslizadores respecto a las barreras de luz (E y F) en el carril.
10. En la ventana de configuración del sensor dar clic en cero abajo a la derecha (ver figura 4). Cerrar las ventanas. Una vez hecho este paso no debe pasar ningún objeto entre las barreras de luz ya que se descalibran. Si esto sucede, debe repetir este paso.
11. En la pestaña Masa digitar los valores de las masas totales de los carritos deslizadores.
12. Lanzar los deslizadores moderadamente, ni muy suave ni muy fuerte, según las indicaciones del docente.
13. Dar clic en F9 solo una vez y cuando haya terminado la colisión.
14. Revisar los datos de las pestañas de Velocidad, Cantidad de movimiento y Energía.
15. Retornar los deslizadores a sus posiciones iniciales según sea la disposición para el siguiente ensayo.
16. Repetir los pasos 4 al 15 de la ejecución, según el tipo de colisión y hasta completar la cantidad de ensayos necesaria.

En caso de que una medición haya arrojado datos irregulares, puede:

i) Eliminar los datos que presenten anomalías, dando clic der sobre la tabla y en el menú que se despliega dar clic izq en Borrar última línea de tabla. Una vez haya borrado los datos, repetir los pasos 5 al 11 de la ejecución.

ii) La causa de datos irregulares puede ser un flujo de aire insuficiente según sea la masa en los deslizadores. Para ello ajuste la intensidad del flujo. También podría suceder que se lanzan los deslizadores con poca fuerza o demasiada fuerza y se afecta la lectura en las horquillas. Para ello modere la fuerza con que los lanza.

TABLA DE DATOS

COLISIÓN	CARRO 1		CARRO 2	
	MASA [kg]	Punta	MASA [kg]	Punta
1				
2				
3				
4				

Adicionalmente, el software Cassy Lab empleado en esta práctica, genera las tablas de datos con las mediciones realizadas en el experimento.

EVALUACIÓN

Nota: puede agregar más filas a las tablas a continuación si hizo más de cuatro colisiones.
Con base en los datos obtenidos resuelva lo siguiente:

a. Comparar las cantidades de movimiento total inicial con la total final respectiva de cada colisión. Para ello calcular el porcentaje de pérdida de cantidad de movimiento $\%\Delta p = \left|\frac{p-p'}{p}\right| * 100$. Registrar los resultados en la siguiente tabla.

COLISIÓN	$p\ [N*s]$	$p'[N*s]$	$\%\Delta p\ [\%]$
1			
2			
3			
4			
TABLA 1			

b. Con base en el punto a), responder: ¿Qué colisiones se aproximan mejor a lo esperado según el principio de conservación de la cantidad de movimiento? Explicar.
c. Con base en la tabla de pérdida de energía, responder: ¿Qué colisiones se aproximan mejor a lo esperado según el principio de conservación de la energía? Explicar.
d. A partir de los valores de la tabla de Velocidad, calcular el coeficiente de restitución e, para cada colisión. Clasificar cada colisión como inelástica $(0 \leq e < 0{,}5)$ o elástica $(0{,}5 \leq e \leq 1{,}0)$. Registrar los resultados en la siguiente tabla.

COLISIÓN	$v_1\ [m/s]$	$v_2\ [m/s]$	$v_1{}'\ [m/s]$	$v_2{}'\ [m/s]$	e	TIPO DE COLISIÓN
1						
2						
3						
4						
TABLA 2						

e. Seleccionar dos colisiones elásticas y dos inelásticas, las que hayan tenido el menor porcentaje de pérdida de cantidad de movimiento, y calcular las velocidades finales de cada carro a partir de las velocidades iniciales y las masas. Calcular el error porcentual, tomando como valor aceptado el calculado (teor) y como experimental el obtenido en la práctica. Registrar los resultados en las siguientes tablas especificando el número de la colisión acorde a la tabla de datos.

COLISIÓN #	CARRO 1						
	$m_1\ [kg]$	$m_2\ [kg]$	$v_1\ [m/s]$	$v_2\ [m/s]$	$v_1{}'\ [m/s]$ (teor)	$v_1{}'\ [m/s]$ (expe)	$\%Err$
TABLA 3A							

COLISIÓN #	CARRO 2						
	$m_1\ [kg]$	$m_2\ [kg]$	$v_1\ [m/s]$	$v_2\ [m/s]$	$v_2{}'\ [m/s]$ (teor)	$v_2{}'\ [m/s]$ (expe)	$\%Err$
TABLA 3B							

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.
¿Qué condición se requiere para que se cumpla el principio de conservación del momentum? ¿Todos los datos obtenidos permiten verificar que se conserva el momentum? ¿Son todas las colisiones estrictamente inelásticas o elásticas? ¿Qué factores afectaron las mediciones realizadas?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo I. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

Los conceptos de momentum y energía son cruciales para analizar diversos fenómenos. Las colisiones vehiculares implican cambios abruptos en la cantidad de movimiento, generando fuerzas considerables en los tripulantes, un aspecto vital para desarrollar sistemas de seguridad tanto para el conductor como para los pasajeros. De igual manera, las deformaciones, huellas de frenado y escombros que salen eyectados en un choque son material esencial en la reconstrucción forense de accidentes de tránsito. En el campo de la física de altas energías, la conservación del momentum es un principio fundamental en el análisis de datos de colisionadores de partículas.

- Evaluación de la seguridad en vehículos con ensayos de colisiones:
- LATIN NCAP - Resultados. (n.d.). Www.latinncap.com. Retrieved July 20, 2024, from https://www.latinncap.com/es/resultados
- What's New? | Euro NCAP. (n.d.). Www.euroncap.com. Retrieved July 20, 2024, from https://www.euroncap.com/en/for-engineers/

- Reconstrucción de accidentes de tránsito:
- Best Practice Manual for Road Accident Reconstruction. (n.d.). Retrieved July 20, 2024, from https://enfsi.eu/wp-content/uploads/2016/09/4._road_accident_reconstruction_0.pdf
- Lofgren, M. (n.d.). HANDBOOK FOR THE ACCIDENT RECONSTRUCTIONIST. https://www.ojp.gov/pdffiles1/Photocopy/98667NCJRS.pdf
- Jean-Philippe Depriester, Perrin, C., Serre, T., & Chalandon, S. (2005). Comparison of Several Methods for Real Pedestrian Accident Reconstruction. Proceedings of the 19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), 2005.

- Conservación del momentum en el acelerador de partículas LHC
- Taking a closer look at LHC - Momentum. (n.d.). Www.lhc-Closer.es. https://www.lhc-closer.es/taking_a_closer_look_at_lhc/0.momentum

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	MECÁNICA
	MOVIMIENTO PARABÓLICO

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

El movimiento es el cambio de posición de un objeto a medida que transcurre el tiempo y se va trazando una línea imaginaria llamada trayectoria. Si el objeto es lanzado con cierta velocidad y con cierto ángulo cerca de la superficie terrestre, la aceleración de la gravedad es prácticamente constante y la trayectoria descrita es una curva que, ante ausencia de resistencia del aire, es una parábola. En esta práctica estudiaremos el movimiento parabólico usando una máquina lanzadora, un balín y un soporte de elevación para verificar la relación entre el alcance horizontal del proyectil, la velocidad inicial, el ángulo de disparo y la aceleración de la gravedad. El estudio del movimiento parabólico ha sido de interés desde hace ya varios siglos, por ejemplo, en el ámbito militar, para entender cómo las condiciones iniciales del disparo y las fuerzas aplicadas afectan a los proyectiles.
Simulador: https://phet.colorado.edu/es/simulations/projectile-motion
https://phet.colorado.edu/es/simulations/projectile-data-lab

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Posición, desplazamiento y trayectoria en el mov. parabólico.
- Velocidad y aceleración en el mov. parabólico.
- Alcance máximo horizontal, altura máxima y tiempo de vuelo.
- Energía potencial gravitacional y energía cinética
- Energía mecánica.
- Conservación de la energía.

LISTA DE MATERIALES

Leybold, P1.3.6.1 https://www.ld-didactic.com/catalogues/physics/physics-experiments-es-cat.html
Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Máquina lanzadora (v_{ini_teor} = 2 m/s)	1	Balín (masa = 4 g)	1
Mordaza de mesa	2	Nivel de burbuja	1
Cinta métrica	1	Papel blanco	1
Soporte de elevación	1	Papel carbón	1

NOTA DE SEGURIDAD:

- Tener precaución de no colocar los dedos entre la manija y el disparador.
- Verificar que las prensas de mesas sostengan firmemente la máquina lanzadora.
- Delegar una persona que esté pendiente del balín para evitar que éste se pierda.

ENSAMBLE DEL MONTAJE

El montaje a realizar se muestra en el diagrama de las figuras 1 a 4.

1. Ubicar en una mesa horizontal la máquina lanzadora y asegurarla firmemente con las prensas al borde de la mesa (figura 1).
2. Ubicar el soporte de elevación en la mesa y por delante de la máquina lanzadora.
3. Ajustar con el tornillo la altura del soporte, de tal forma que quede a 10,5 [cm] de la superficie de la mesa.
4. En la superficie del soporte, colocar una hoja blanca. Asegúrela con cinta.
5. Encima de la hoja blanca colocar la hoja de papel carbón.

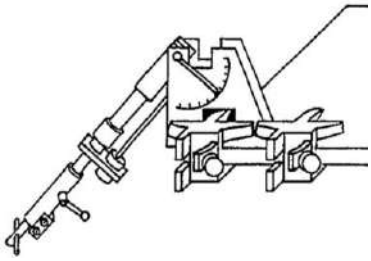


Figura 1

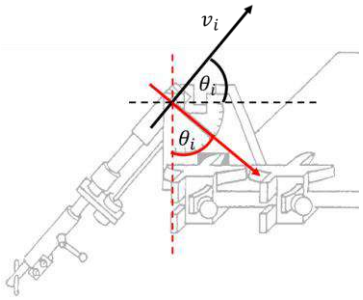


Figura 2

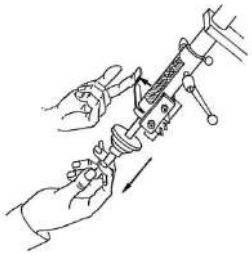


Figura 3

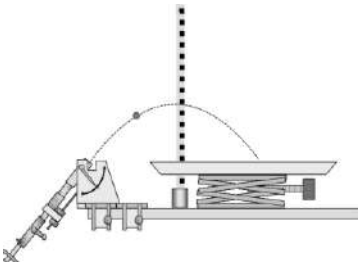


Figura 4

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Para la toma de datos se deben realizar en orden los siguientes pasos:

1. Fijar el ángulo de disparo θ_i girando las tuercas en la varilla roscada y con ayuda de la escala en grados en la parte lateral de la máquina lanzadora (figuras 1 y 2).
2. Levantar la palanca de liberación. Tirar de la manija de la máquina lanzadora hasta el primer nivel. Bajar la palanca de liberación para asegurar (figura 3).
3. Ubicar el balín dentro de la máquina lanzadora.
4. Pulsar la palanca de liberación rápidamente, el balín sale disparado. Mirar dónde cae el balín.
5. Ubicar el soporte en el sitio donde cayó el balín (ver figura 4).
6. Con el soporte ubicado, repetir los pasos 2 al 5. En el punto de impacto, el balín deja una marca en la hoja blanca.
7. Medir la distancia entre la marca en la hoja y el punto de liberación del balín dentro de la máquina lanzadora.
8. Una vez medida la distancia, tachar la marca.
9. Repetir los pasos 6 al 8 hasta completar tres lanzamientos con un mismo ángulo.
10. Repetir los pasos 1 al 9 para los demás ángulos de disparo.

En caso de que para un mismo ángulo, las marcas del balín queden muy dispersas, puede hacer un cuarto lanzamiento y descartar la marca más alejada.

TABLA DE DATOS

$\theta_i[°]$	$R[cm]$	$R_{prom}[cm]$
25		
30		
35		
40		
45		
50		
55		
60		
65		

TABLA 1

$\theta_i[°]$	$sen(2\theta_i)$	$R_{prom}[m]$
25		
30		
35		
40		
45		
50		
55		
60		
65		

TABLA 2

EVALUACIÓN

Con base en los datos obtenidos resuelva lo siguiente:

a. Completar la tabla 2 calculando los valores de los valores de $R_{Prom}[m]$ y $sen(2\theta_i)$ para los ángulos θ_i trabajados en la práctica.
b. Para los valores $25° \leq \theta_i \leq 45°$ realizar la gráfica $R_{prom}[m]$ vs $sen(2\theta_i)$. Mediante regresión lineal obtener la pendiente, el punto de corte y el factor de correlación.
c. Comparando con la relación teórica, interpretar: ¿Qué significado físico tiene dicha pendiente?
d. A partir de la pendiente hallada en el ítem b), determinar el valor experimental de la velocidad de disparo. Asumir para esto que el valor de la aceleración de la gravedad es g = 9,81 [m/s^2].
e. Comparar el valor de la velocidad de disparo experimental con el valor teórico. Hallar el error porcentual.
f. Con el valor experimental de la velocidad de disparo calcular la energía cinética con que salió disparado el balín. ¿Qué transformaciones tiene esta energía a lo largo de la trayectoria parabólica del balín? Explicar.
g. Calcular los valores teóricos para los alcances horizontales (use la velocidad teórica de disparo). Compararlos con los respectivos alcances medidos y calcular el error porcentual. Registrar los resultados en la siguiente tabla.

ERROR PORCENTUAL EN LOS ALCANCES HORIZONTALES							
$\theta_i[°]$	$R_{Teor}[m]$	$R_{Prom}[m]$	$\%Err$	$\theta_i[°]$	$R_{Teor}[m]$	$R_{Prom}[m]$	$\%Err$
25				65			
30				60			
35				55			
40				50			
45							

h. Para los ángulos complementarios, comparar sus respectivos valores de alcance promedio. ¿Qué concluye?

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.
¿Qué relación muestra la gráfica de $R_{prom}[m]$ vs $sen(2\theta_i)$? ¿Son semejantes los valores de alcances horizontales teóricos con los experimentales? ¿Son semejantes los valores de alcances horizontales para ángulos complementarios? ¿Cómo es el alcance horizontal del ángulo de 45° comparado con los de los otros ángulos? Para un mismo ángulo ¿fueron iguales siempre los alcances medidos?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo I. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

Laboratorios instalados en aviones que siguen una trayectoria parabólica son escenarios en los que se pueden experimentar condiciones de baja o nula gravedad por intervalos de tiempo de algunos segundos.

- ¿De qué manera las condiciones de baja gravedad afectan a los seres vivos?

- Karmali, F., & Shelhamer, M. (2008). The dynamics of parabolic flight: Flight characteristics and passenger percepts. Acta Astronautica, 63(5-6), 594–602. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2008.04.009
- Young, L. R., & Sutton, J. P. (2017). Encyclopedia of Bioastronautics. Springer.

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	MECÁNICA
	CAÍDA LIBRE

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

La interacción gravitacional es debida a la masa de los cuerpos. La masa del planeta Tierra ejerce una fuerza de atracción sobre la masa de cada uno de los objetos que se encuentran a su alrededor. Si un cuerpo se deja caer del reposo cerca de la superficie del planeta, y si la resistencia del aire es nula, la aceleración causada por esta fuerza es prácticamente constante y se tiene una trayectoria rectilínea. Este fenómeno se denomina caída libre y las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniforme acelerado se pueden aplicar para su descripción. En esta práctica estudiaremos la caída libre usando un montaje en el cual se medirán la altura y el tiempo de caída de un balín, mediante una regla vertical y un contador de tiempo, con el fin de verificar si la aceleración con que cae el objeto es constante y si se aproxima al valor aceptado de la aceleración gravitacional. La caída libre fue uno de los primeros movimientos analizados por Galileo cuyas conclusiones contradijeron la física aristotélica que predominó durante varios siglos.
Simulador: https://thephysicsaviary.com/Physics/singlepage.php?ID=589
https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/aprende/fisica1/caidalibre

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Posición, desplazamiento y trayectoria en la caída libre.
- Velocidad y aceleración en la caída libre.
- Tiempo de caída.
- Energía potencial gravitacional y energía cinética
- Energía mecánica.
- Conservación de la energía.

LISTA DE MATERIALES

Leybold, P1.3.5.1 https://www.ld-didactic.com/catalogues/physics/physics-experiments-es-cat.html
Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Placa de contacto	1	Varilla de soporte 25 cm	4
Electroimán con manguito	1	Varilla de soporte 150 cm	1
Disparador	1	Mordazas múltiples	4
Contador S con adaptador	1	Cables de 50 cm	2
Varilla vertical con regla	1	Cables de 200 cm	2
Bases soporte	2	Indicadores amarillos	2
Balín (masa = 16.3 g)	1	Escuadra	1

NOTA DE SEGURIDAD:

- Verificar que la varilla de 150 cm y la varilla con regla estén verticales.
- Delegar una persona que esté pendiente del balín para evitar que éste se pierda.

ENSAMBLE DEL MONTAJE

El montaje a realizar se muestra en la figura 1.

1. Ubicar en una mesa horizontal las bases soporte y ensamblarlas con las varillas de 25 cm.
2. Instalar la varilla vertical con regla en el orificio de una de las bases.
3. Instalar la varilla vertical de 150 cm en la otra base soporte.
4. Unir las dos varillas verticales en el extremo superior de la varilla con regla, mediante una varilla de 25 cm y dos prensas. Procurar que ambas varillas queden paralelas.
5. Instalar el electroimán con la varilla de 25 cm y una prensa a la varilla de 150 cm.
6. Instalar la placa de contacto en la parte inferior de la varilla de 150 cm con una prensa.
7. Conectar un extremo de dos cables de 200 cm a los agujeros de la base soporte. Sobre los bornes de estos cables conectar el disparador.
8. Conectar el disparador al contador S mediante el cable multipolar.
9. Con los extremos libres de los cables conectar al electroimán.
10. Con los cables de 50 cm conectar la placa de contacto a los terminales del contador S.
11. Conectar el adaptador al contador S.

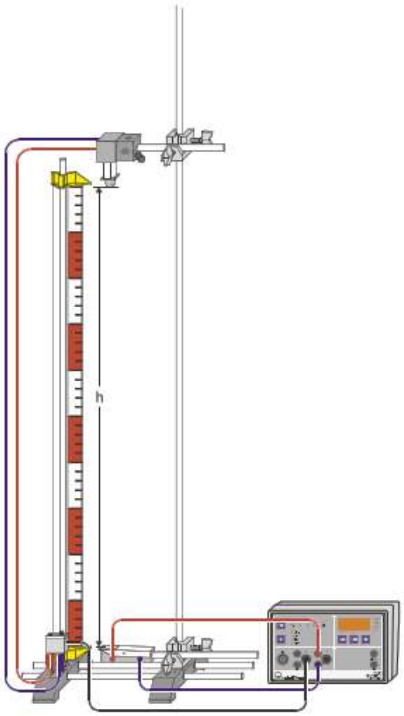


Figura 1

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Para la toma de datos se deben realizar en orden los siguientes pasos:

1. Conectar el adaptador del contador S al tomacorriente.
2. En el contador, presionar la tecla MODE hasta seleccionar la opción t $_{E\text{-}F}$.
3. Presionar la placa de contacto para que quede levantada por el extremo.
4. Alinear el extremo de la placa de contacto al nivel inferior (h=0 cm) de la regla vertical.
5. La prensa del electroimán, liberarla de la varilla de 150 cm y ubicarla a una altura de aproximadamente 100 cm. Fijar la prensa de manera que quede alineada con la placa de contacto.
6. Colocar el balín en el electroimán.
7. Ubicar una escuadra entre la parte inferior del balín y la regla vertical, para determinar la altura h de caída del balín. Registre este valor en la tabla de datos.
8. En el contador S presionar el botón → 0 ← y luego el botón START.
9. Presionar el disparador. Se inicia el contador S del tiempo y se libera el balín.
10. El balín debe impactar en la placa de contacto, cerrarla y detener el contador S. Si esto no ocurre, se debe revisar que el electroimán esté bien alineado con la placa de contacto y repetir el paso 7.
11. Registrar en la tabla de datos el tiempo t medido en el contador.
12. Presione la placa de contacto para que quede levantada de nuevo.
13. Colocar el balín en el electroimán de nuevo.
14. Repetir dos veces los pasos 8 al 12 para la misma altura.
15. Repetir los pasos 5 al 14 para otras cuatro alturas.

En caso de que los tiempos medidos queden muy dispersos puede hacer una cuarta caída y descartar el valor de tiempo más alejado.

TABLA DE DATOS				
$h[cm]$	$t[ms]$	$t_{prom}[ms]$	$t_{prom}[s]$	$T = (t_{prom})^2\ [s^2]$

EVALUACIÓN

Con base en los datos obtenidos resuelva lo siguiente:

a. Calcular t_{prom} , el tiempo de caída promedio de las tres mediciones de cada altura.
b. Calcular los valores de $T = (t_{prom})^2$ para cada altura.
c. Realizar la gráfica $h[m]$ vs $T[s^2]$ con los valores de la tabla de datos.
d. Determinar a partir de regresión lineal los valores y las unidades de la pendiente, el punto de corte y el coeficiente de correlación de la recta que se ajusta a la gráfica del punto c).
e. Explicar el significado físico de esta pendiente al compararla con la ecuación cinemática que relaciona la altura, el tiempo y la aceleración de la gravedad.
f. Determinar el valor (experimental) de la aceleración de la gravedad a partir de la pendiente.
g. Calcular el error porcentual, asumiendo como valor aceptado (teórico) g=9,81 [m/s^2].
h. Calcular el valor teórico de los tiempos de caída a partir del valor teórico de la gravedad y las alturas establecidas en la práctica. Compararlos con los valores experimentales t_{prom} calculando el error porcentual. Registre sus resultados en la siguiente tabla.

$h[m]$	$t_{prom}[s]$	$t_{teor}[s]$	$\%Err$

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.
¿Qué relación muestra la gráfica de $h[m]$ vs $T[s^2]$? ¿Son semejantes los valores de los tiempos medidos para una misma altura? ¿Son semejantes los valores de los tiempos de caída teóricos con los experimentales? ¿Qué aspectos del montaje o del procedimiento pueden causar discrepancias entre las mediciones?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo I. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

Como primera aproximación se considera que el aire no influye en el movimiento del objeto que se encuentra en caída libre. Sin embargo, en la vida cotidiana, el medio en que se lleva a cabo el movimiento sí tiene influencia, ya que ejerce una fuerza que se opone a la caída. Adicionalmente, la aceleración de la gravedad no es constante en todo el planeta, sino que depende de la distribución de la densidad de su masa y de la distancia desde su centro.

➢ Experimento de caída libre en la superficie de la Luna.

- The Apollo 15 Hammer-Feather Drop - NASA Science. (n.d.). Science.nasa.gov. https://science.nasa.gov/resource/the-apollo-15-hammer-feather-drop/

➢ Experimento de caída libre en una cámara al vacío.

- BBC. (2014). Brian Cox visits the world's biggest vacuum chamber - Human Universe: Episode 4 Preview - BBC Two [YouTube Video]. In YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs

➢ Influencia del arrastre aerodinámico en un paracaídas

- Libii, J. N. (2007). The determination of the aerodynamic drag force on a parachute. World Transactions on Engineering and Technology Education, 6(1), 97.

➢ Satélites para medición del campo gravitacional

- Introducing GOCE. (n.d.). Www.esa.int. https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/FutureEO/GOCE/Introducing_GOCE
- https://jpl.nasa.gov. (n.d.). Grace - Earth Missions - NASA Jet Propulsion Laboratory. NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL). https://www.jpl.nasa.gov/missions/gravity-recovery-and-climate-experiment-grace
- https://www.jpl.nasa.gov. (n.d.). GRAIL - Moon Missions - NASA Jet Propulsion Laboratory. NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL). https://www.jpl.nasa.gov/missions/gravity-recovery-and-interior-laboratory-grail

➢ Modelo para cálculo del valor local de la aceleración gravitacional en función de la ubicación en la Tierra

- Gravity Calculator. (n.d.). Checkweighers.eu. http://checkweighers.eu/gravity-calculator/

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	MECÁNICA
	LEY DE HOOKE

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

Cuando un cuerpo es sometido a una fuerza externa, puede presentar una deformación que, dependiendo de la magnitud de la fuerza y del tipo de material, puede ser temporal o permanente. En un cuerpo elástico, dicha deformación genera una fuerza de restitución que tiende a retornarlo a su forma inicial. En el caso de un resorte que cuelga verticalmente, al aplicar peso en un extremo el resorte se deforma hasta que la fuerza de restitución lo equilibra. Dentro de cierto rango, la relación entre la fuerza aplicada y la deformación que surge es lineal, esto es lo que plantea la Ley de Hooke. En esta práctica verificaremos dicha ley empleando unos resortes a los que se les colgará unas pesas y mediante una cinta métrica se medirá la deformación consecuente. Entender la respuesta de los materiales a los esfuerzos es muy importante en ámbitos como la elaboración de estructuras en las que los diferentes elementos deben presentar cierto rango de elasticidad. *Simulador: https://phet.colorado.edu/es/simulations/masses-and-springs-basics*

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Deformación.
- Deformación elástica, plástica y ruptura.
- Elasticidad.
- Masa y peso.
- Elongación.
- Fuerza de restitución.
- Ley de Hooke.
- Constante de elasticidad.

LISTA DE MATERIALES

Leybold, P1.2.1.1 https://www.ld-didactic.com/catalogues/physics/physics-experiments-es-cat.html
Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Resorte helicoidal	2	Barra soporte 50 cm	2
Manguito con aguja	1	Cinta métrica	1
Base soporte	2	Pesas de 50 g	6
Barra soporte 25 cm	2	Punteros indicadores	2

NOTA DE SEGURIDAD:

- No retorcer los resortes ni someterlos a esfuerzos excesivos que causen deformaciones permanentes.
- No apoyar objetos encima de los resortes o aplastarlos.

ENSAMBLE DEL MONTAJE

El montaje a realizar se muestra en las figuras 1 a 3.

1. Ubicar en una mesa horizontal las bases soporte y ensamblarlas con las varillas de 25 cm.
2. Instalar una varilla vertical de 50 cm en el orificio de una de las bases.
3. Instalar el manguito con aguja en la parte superior de la varilla.
4. Instalar la varilla vertical de 50 cm en la otra base soporte.
5. Insertar los punteros indicadores

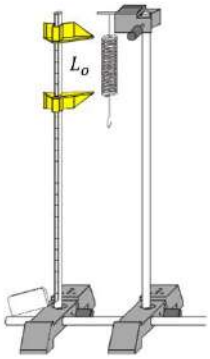


Figura 1

Figura 2

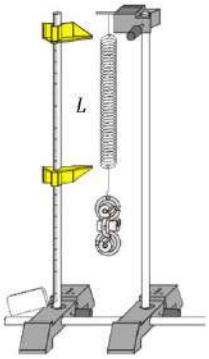


Figura 3

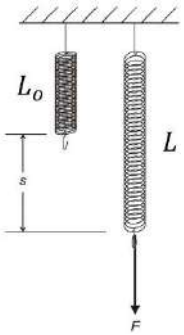


Figura 4

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Al colocar la pesa en el resorte, este puede quedar oscilando. Para evitar esto debe sostener ligeramente la pesa para detener la oscilación, soltarla y medir la longitud en equilibrio. Para la toma de datos se deben realizar en orden los siguientes pasos:

1. Ubicar el resorte colgando del maguito con aguja, con el gancho hacia la parte inferior.
2. Medir la longitud Lo del resorte (figura 1). Registrar este valor en la tabla de datos.
3. Agregar una pesa en el gancho en el extremo libre del resorte (figura 2). Registre el valor de la masa colgante en la tabla de datos.
4. Medir la longitud L del resorte (figura 3). Registrar este valor en la tabla de datos.
5. Repetir los pasos 3 y 4 hasta que hayan colgando 5 pesas.
6. Una vez completa la tabla de datos, retirar las masas y descolgar el resorte.
7. Repetir los pasos 1 a 6 con otro resorte.

TABLA DE DATOS

Fuerza			Lo= [cm]	Elongación		K [N/m]
n	m[g]	F[N]	L[cm]	S[cm]	S[m]	
1						
2						
3						
4						
5						

Tabla 1a

Fuerza			Lo= [cm]	Elongación		K [N/m]
n	m[g]	F[N]	L[cm]	S[cm]	S[m]	
1						
2						
3						
4						
5						

Tabla 1b

EVALUACIÓN

Con base en los datos obtenidos resuelva lo siguiente:

a. Completar las tablas 1a y 1b calculando la fuerza F (peso de la masa colgante) y la elongación S (figura 4).
b. Realizar para cada caso la gráfica F[N] vs S[m] a partir de los datos registrados en las tablas 1a y 1b. Ambas gráficas en una misma cuadrícula.
c. Para cada gráfica F vs S del ítem b) aplicar regresión lineal y obtener los valores y unidades de las pendientes, puntos de corte y factores de correlación de las rectas que se ajustan a las gráficas.
d. ¿Qué significado tienen las pendientes obtenidas en el ítem c)?
e. Completar las tablas 1a y 1b determinando la constante de elasticidad de cada resorte a partir de las respectivas pendientes obtenidas en el ítem c).

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.
¿Qué relación muestra la gráfica de $F[N]$ vs $S[m]$? ¿Son iguales las pendientes de las gráficas a pesar de haber aplicado las mismas fuerzas en los resortes? ¿Qué indican los coeficientes de correlación de las rectas del ajuste? ¿Qué aspectos del montaje o del procedimiento pueden causar errores en los valores medidos?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo I. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

La Ley de Hooke es una aproximación inicial para estudiar del comportamiento elástico de los materiales y su deformación ante la aplicación de fuerzas. Sin embargo, la deformación del cuerpo puede llegar a ser permanente e incluso puede terminar en ruptura. La ciencia de materiales estudia la respuesta de éstos ante la aplicación de fuerzas, sus deformaciones y los límites en los cuales pueden ser usados y cómo pueden ser mejorados para determinado propósito. Una introducción a esta ciencia puede encontrarse en:

- (2012). Chapter 12 Matter [Review of Chapter 12 Matter]. In Applied Physics (pp. 307–339). Prentice Hall.
- (2023). Chapter 6 Mechanical Behavior [Review of Chapter 6 Mechanical Behavior]. In Introduction to MATERIALS SCIENCE FOR ENGINEERS (pp. 168–220). Pearson.

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	MECÁNICA
	EQUILIBRIO DE FUERZAS CONCURRENTES

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

La fuerza es una cantidad física que cuantifica las interacciones entre los cuerpos. Para que sea completamente definida se requiere especificar su magnitud, dirección, sentido y unidades de medida, es decir, posee carácter vectorial y por ende cumple con las propiedades y operaciones vectoriales. En esta práctica medirá masa, peso y ángulos en situaciones de equilibrio de fuerzas que actúan en un mismo plano y verificará la teoría del equilibrio traslacional comparando las fuerzas medidas con las calculadas. El análisis de equilibrio de fuerzas tiene aplicaciones en la vida cotidiana, como en el diseño y construcción de estructuras que deben permanecer estables.
Simulador: https://www.geogebra.org/m/gpj4cmjk https://www.geogebra.org/m/ygq9m5rd

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Razones trigonométricas
- Vectores
- Componentes cartesianas de un vector
- Suma y Resta de vectores por método gráfico (polígono y paralelogramo)
- Suma y Resta de vectores por método analítico (componentes)
- Fuerza
- Masa, peso y tensión
- Diagrama de cuerpo libre
- Fuerza resultante
- Fuerza equilibrante
- Condiciones de equilibrio de una partícula
- Fuerzas coplanares

LISTA DE MATERIALES

3B Scientific Physics Mesa de fuerzas 1000694 https://www.3bscientific.com/product-manual/1000694.pdf
Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Bases	5	Sujetadores con polea	3
Zócalo con tornillo de ajuste y ranuras	1	Arandela con poste	1
Varilla central	1	Portapesas (50 g c/u)	3
Placa de trabajo con escala de 360°	1	Argolla de centrado	1
Cuerdas con ganchos	3	Pesas con ranura de 5, 10, 20 y 50 g (6 de c/u).	24
Nivel de burbuja	1	Estuche para pesas	1

NOTA DE SEGURIDAD:

- En caso de requerir girar la mesa de fuerzas, no levantarla tomándola de la placa de trabajo sino de la varilla central junto con las bases.
- La superficie de la placa de trabajo es susceptible a rayaduras, por lo tanto:
    - Evitar deslizar los sujetadores con polea en la superficie de la placa. Soltar y luego ubicar.
    - No colocar sobre la superficie de la placa las pesas ni otros objetos que puedan rayarla.
- Manipule con cuidado las pesas, no las deje caer.

ENSAMBLE DEL MONTAJE

Para el armado de la mesa de fuerzas esta debe ubicarse en una superficie plana y horizontal. Tenga en cuenta las figuras 1 a 3. Realice en orden los siguientes pasos:

1. Ensamblar las 5 bases con el zócalo en las ranuras.
2. Introducir el extremo delgado de la varilla central en el zócalo y ajustar con el tornillo lateral.
3. Instalar la placa de trabajo en la parte superior de la varilla.
4. Ajustar la placa con la arandela y el poste.

Figura 1

Figura 2

Figura 3

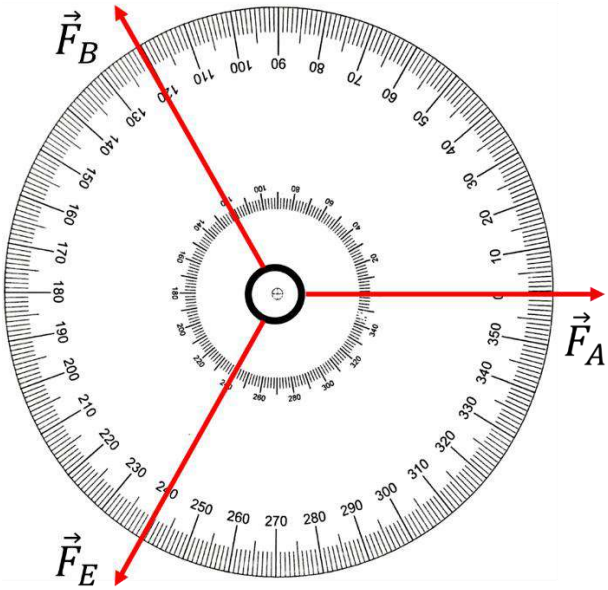


Figura 4

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Complete la tabla de datos, ubicando los sujetadores con polea en los ángulos y con las masas que se indican según sea el caso en cada ensayo (ver figura 4). Para la toma de datos con la mesa de fuerzas, esta debe ubicarse en una superficie plana y horizontal. Realice en orden los siguientes pasos:

1. Ubicar los sujetadores con polea en la placa de trabajo con escala.
2. Ubicar la argolla en el centro de la placa de trabajo y una cuerda con gancho en cada polea. Verificar que la cuerda pase por el canal de la polea.
3. Colgar un portapesas en cada gancho.
4. Ubicar los sujetadores con polea en los ángulos según lo requerido en el ensayo, para ello debe liberar el tornillo y levantar el sujetador de manera que no roce la superficie graduada de la placa.
5. Para fijar el sujetador debe ajustar el tornillo y alinear la línea blanca del sujetador paralela a la línea de la escala de la placa.
6. Agregar las pesas que se requieran según las condiciones del ensayo.
7. Verificar que el ángulo sea medido de manera correcta, para ello se debe cumplir que:
   a. La argolla no toque el poste central. Levantar ligeramente la argolla, al soltarla ésta debe regresar a su posición en el centro.
   b. La cuerda pasa por el mismo valor en ambas escalas graduadas (interna y externa).
   c. La cuerda pasa por la línea blanca del sujetador.
   d. La placa de trabajo debe estar horizontal. Para ello verificar con el nivel de burbuja.
8. Registrar en la tabla de datos el valor de las masas requeridas.
9. Retirar las pesas y los portapesas de los ganchos.
10. Repetir los pasos 1 al 9 con los demás ensayos hasta completar la tabla de datos.

TABLA DE DATOS

ENSAYO	$\vec{F}_A$		$\vec{F}_B$		$\vec{F}_E$	
	$M_A\ [g]$	$\theta_A°$	$M_B\ [g]$	$\theta_B°$	$M_E\ [g]$	$\theta_E°$
1	150	*0°*		*120°*		*240°*
2		*0°*		*90°*	150	*240°*
3		*80°*	150	*140°*		*290°*

EVALUACIÓN

Con base en los datos obtenidos resolver lo siguiente:

a. Calcular las magnitudes de las fuerzas F_A , F_B , F_E a partir de los valores de las masas M_A , M_B , M_E respectivamente (el peso de las masas). Registre sus resultados en la tabla 1.

ENSAYO	$\vec{F}_A$		$\vec{F}_B$		$\vec{F}_E$	
	$F_A\ [N]$	$\theta_A°$	$F_B\ [N]$	$\theta_B°$	$F_E\ [N]$	$\theta_E°$
1		*0°*		*120°*		*240°*
2		*0°*		*90°*		*240°*
3		*80°*		*140°*		*290°*

Tabla 1

b. A partir de los valores de F_A y F_B y los ángulos θ_A y θ_B de la tabla 1, calcular las componentes de la fuerza resultante $\vec{F}_R = \vec{F}_A + \vec{F}_B$ así como su magnitud F_R y el ángulo $\theta_R°$ respecto al eje X positivo. Registre sus resultados en la tabla 2.

ENSAYO 1	$F_A\ [N]$	$\theta_A°$	$F_B\ [N]$	$\theta_B°$	$F_R\ [N]$	
		0°		*120°*		
	$F_{Ax}\ [N]$	$F_{Ay}\ [N]$	$F_{Bx}\ [N]$	$F_{By}\ [N]$	$F_{Rx}\ [N]$	$F_{Ry}\ [N]$
					$F_R\ [N] =$	
					$\theta_R° =$	
ENSAYO 2	$F_A\ [N]$	$\theta_A°$	$F_B\ [N]$	$\theta_B°$	$F_R\ [N]$	
		0°		*90°*		
	$F_{Ax}\ [N]$	$F_{Ay}\ [N]$	$F_{Bx}\ [N]$	$F_{By}\ [N]$	$F_{Rx}\ [N]$	$F_{Ry}\ [N]$
					$F_R\ [N] =$	
					$\theta_R° =$	
ENSAYO 3	$F_A\ [N]$	$\theta_A°$	$F_B\ [N]$	$\theta_B°$	$F_R\ [N]$	
		80°		*140°*		
	$F_{Ax}\ [N]$	$F_{Ay}\ [N]$	$F_{Bx}\ [N]$	$F_{By}\ [N]$	$F_{Rx}\ [N]$	$F_{Ry}\ [N]$
					$F_R\ [N] =$	
					$\theta_R° =$	

Tabla 2

c. La fuerza equilibrante debe ser de igual magnitud y dirección, pero sentido contrario a la fuerza resultante. Calcular el error porcentual entre las magnitudes de la fuerza resultante F_R (valor teórico) y de la fuerza equilibrante F_E (valor experimental). Registrar sus resultados en la tabla 3.

ENSAYO	$F_E[N]$	$F_R[N]$	$\%Err$
1			
2			
3			

Tabla 3

d. La fuerza equilibrante debe ser de igual magnitud y dirección, pero sentido contrario a la fuerza resultante, por ello el ángulo entre estas fuerzas debe ser de 180° (valor teórico). Calcular el error porcentual de la diferencia de los ángulos $\theta_E - \theta_R$ (valor experimental). Registrar sus resultados en la tabla 4.

ENSAYO	$\theta_E°$	$\theta_R°$	$\theta_E - \theta_R$	$\%Err$
1				
2				
3				

Tabla 4

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.
Al comparar la fuerza resultante con la equilibrante:
¿Tiene igual magnitud? ¿Tiene igual dirección? ¿Tiene igual sentido?
¿Difieren los valores de las magnitudes de la fuerza resultante teórica y la fuerza equilibrante experimental?
¿A qué se debe esto?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo I. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

La magnitud de las tensiones y su orientación espacial es de gran importancia en el diseño de estructuras que deben mantenerse en reposo ante la acción de las fuerzas, por ejemplo, los puentes atirantados.

- Importancia de la orientación de las tensiones en los cables en puentes.

- Ewen, D., Schurter, N., & P. Erik Gundersen. (2012). Applied Physics. Pearson College Division., pg 171.
- Zhao, J. J., & Tonias, D. E. (2012). Bridge Engineering, Third Edition. McGraw Hill Professional.
- Lin, W., & Teruhiko Yoda. (2017). Bridge engineering : classifications, design loading, and analysis methods. Butterworth-Heinemann.

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	ELECTROMAGNETISMO
	LÍNEAS EQUIPOTENCIALES

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

La interacción entre objetos con carga eléctrica se cuantifica mediante la fuerza eléctrica y la energía potencial eléctrica, representadas gráficamente mediante líneas de campo eléctrico y curvas equipotenciales. Si el potencial eléctrico varía en el espacio, se establece un campo eléctrico con líneas perpendiculares a las líneas equipotenciales y dirigidas en sentido contrario al aumento del potencial. En esta práctica se emplearán electrodos con diferentes geometrías, junto con una fuente de voltaje y un voltímetro, para determinar experimentalmente la distribución de líneas equipotenciales según la forma de los electrodos. Conocer cómo se distribuye el potencial eléctrico alrededor de un objeto cargado es de interés en diferentes situaciones, como en el diseño y la seguridad de sistemas eléctricos, en el estudio de la electricidad en la atmósfera, entre otros. *Simulador:* https://www.falstad.com/emstatic/index.html

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Carga eléctrica
- Potencial eléctrico
- Voltaje
- Líneas equipotenciales
- Dipolo eléctrico
- Energía potencial eléctrica
- Campo eléctrico
- Líneas de campo eléctrico

LISTA DE MATERIALES

Leybold, P3.1.3.2 https://www.ld-didactic.com/catalogues/physics/physics-experiments-es-cat.html
Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Cubeta electrolítica	1	Aguja de acero de 20 cm con plug de sujeción	1
Fuente de poder 3-6-9-12 V	1	Zócalo	1
Multímetro digital Peak Tech 1035	1	Barra de soporte de 25 cm (metálica)	2
Electrodos rectangulares de 2X2X11 cm	2	Barra de soporte con agujeros	1
Electrodos circulares de 4X2 cm	2	Prensa universal	1
Electrodo circular hueco de 4X2 cm	1	Cables de conexión de 50 cm	4
280 ml de agua	1	Lanilla, papel absorbente	1

NOTA DE SEGURIDAD:

- Los electrodos no se deben tocar cuando la fuente esté encendida.
- La superficie de la cubeta es susceptible a rayaduras, por lo tanto:
  - Limpiar la superficie donde vaya a ubicar la cubeta, que no haya partículas que la ensucien o rayen por debajo.
  - La punta de la aguja solo debe tocar la superficie del agua, por ello se debe ser cuidadoso al momento de mover la aguja evitar deslizarla tocando el fondo de la cubeta.
  - Al ubicar los electrodos no deslizarlos en la cubeta sino levantarlos y ponerlos en el sitio indicado.
- Tener cuidado con el agua, evitar regar y mojar la fuente, el multímetro, objetos personales, etc.
- Usar servilletas o una lanilla para poner los electrodos mojados una vez los saque de la cubeta.

ENSAMBLE DEL MONTAJE

El circuito a realizar se muestra en el diagrama de la figura 1. Al establecer una diferencia de potencial entre los electrodos, la energía potencial eléctrica se distribuye en un campo de líneas equipotenciales (figura 2). Se toman las coordenadas de los puntos a partir de la escala de las hojas milimetradas (figura 3a y 3b). Estas hojas (figura 4) tienen los esquemas de los electrodos a usar en cada ensayo. No encienda la fuente hasta que el docente lo autorice.

1. Verificar que la fuente esté apagada y que las perillas estén totalmente giradas en sentido anti horario.
2. Ubicar el conmutador de selección de un multímetro en la función 20 V para medir voltaje de continua (voltímetro V).
3. Conectar el terminal (-) de la fuente al terminal COM del voltímetro.
4. Armado de la base de soporte para la aguja:
   a. Ubicar verticalmente la barra de soporte metálica en el zócalo y ajustar el tornillo.
   b. Ubicar la prensa en la barra vertical.
   c. Ubicar horizontalmente la barra soporte con agujeros en la prensa. Ajustar el tornillo.
   d. Insertar plug de sujeción en el orificio del extremo de la barra horizontal.
   e. Insertar la aguja en el agujero del plug de manera que esta quede vertical.
5. Agregar 280 ml de agua a la cubeta electrolítica.
6. Ubicar la hoja de papel milimetrado con el esquema de los electrodos sobre la mesa.
7. Ubicar la cubeta electrolítica encima de esta hoja, nivelada y lo más centrada posible con el punto de referencia que tiene la hoja (figura 3b). Tenga cuidado de no regar el agua.
8. Conectar el terminal (+) de la fuente al electrodo de la izquierda E+.
9. Conectar el terminal (-) de la fuente al electrodo de la derecha E-.
10. Conectar el terminal VΩmA del voltímetro al plug de sujeción de la aguja A.
11. Ubicar dentro de la cubeta los electrodos de tal manera que su posición coincida con el esquema dibujado en la hoja. Cuidar que los cables no queden en el agua.
12. Ubicar dentro de la cubeta la punta A de la aguja y de tal manera que solo toque la superficie del agua.
13. Solicitar la revisión del docente antes de encender la fuente.

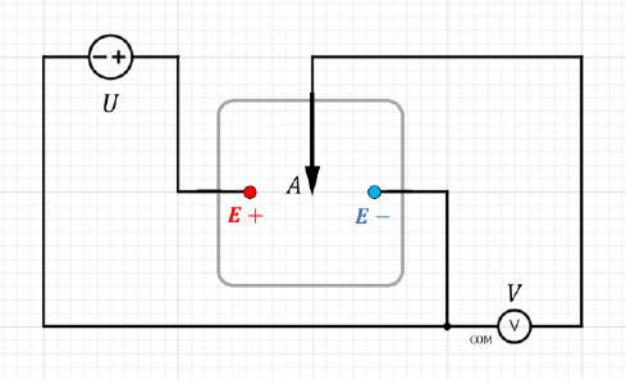


Figura 1

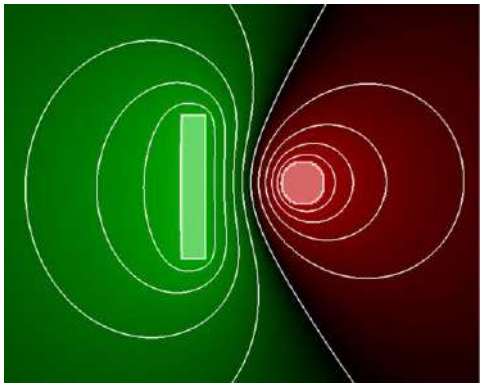


Figura 2

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Para la toma de datos se debe cambiar la posición de la punta de la aguja, para ello debe mover con cuidado el zócalo y desplazar toda la base que sostiene la aguja. Procure no mover los electrodos ya que esto altera la distribución del potencial respecto a los puntos ya medidos. Realizar en orden los siguientes pasos:

1. Encender la fuente y registrar en la hoja de datos el voltaje U que ésta proporciona.
2. Ubicar la aguja A en el punto central. Registrar el valor del potencial V que indica el voltímetro en la tabla de datos respectiva y las coordenadas (X,Y) de este punto en la fila gris.
3. Desplazar la aguja aprox 2 cm en dirección del eje Y en sentido creciente y buscar un punto en el que el voltímetro indique el mismo valor de potencial.
4. Registrar las coordenadas (X,Y) de este punto (figura 3a) en la tabla de datos arriba de la fila gris..
5. Repetir los pasos 3 y 4 tres veces.
6. Retornar la aguja al punto central.
7. Desplazar la aguja aprox 2 cm en dirección del eje Y en sentido decreciente y buscar un punto en el que el voltímetro indique el mismo valor de potencial.
8. Registrar las coordenadas (X,Y) de este punto en la tabla de datos debajo de la fila gris.
9. Repetir los pasos 7 y 8 tres veces.
10. Retornar la aguja al punto central.
11. Desplazar la aguja 1 cm en dirección del eje X en sentido decreciente. Registrar el valor del potencial V que indica el voltímetro en la tabla de datos respectiva y las coordenadas (X,Y) de este punto en la fila gris.
12. Repetir los pasos 3 al 10 pero en los pasos 6 y 10, retorne la aguja al punto en que quedó en el paso 11.
13. Repetir los pasos 11 y 12.
14. Retornar la aguja al punto central.
15. Desplazar la aguja 1 cm en dirección del eje X en sentido creciente. Registrar el valor del potencial V que indica el voltímetro en la tabla de datos respectiva y las coordenadas (X,Y) de este punto en la fila gris.
16. Repetir los pasos 3 al 10 pero en los pasos 6 y 10, retornar la aguja al punto en que quedó en el paso 15.
17. Repetir los pasos 15 y 16.
18. Tocar con la aguja el electrodo de la izquierda y anotar el potencial V(+) en la tabla.
19. Tocar con la aguja el electrodo de la derecha y anotar el voltaje V(-) en la tabla.
20. Apagar la fuente.
21. Sacar la punta de aguja de la cubeta.
22. Sacar los electrodos de la cubeta, ponerlos en la servilleta y desconectarlos.
23. Sacar la hoja de papel milimetrado de debajo de la cubeta. Tener cuidado de no regar el agua.
24. Del ensamble del montaje repetir los pasos 6 al 13 con la hoja de otra configuración de electrodos.
25. De la ejecución del experimento repetir los pasos 1 al 20 con el respectivo par de electrodos.

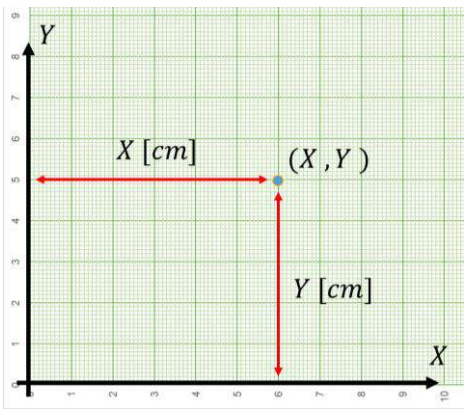


Figura 3a

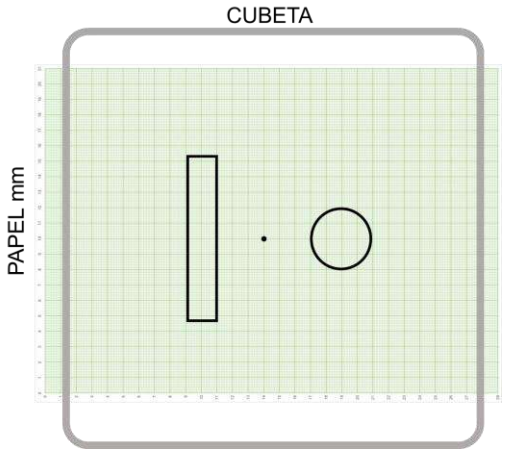


Figura 3b

Para el desarrollo de la práctica se sugieren las disposiciones de los electrodos mostradas en las siguientes figuras. Debe llevar en papel milimetrado los dibujos de los electrodos con las medidas y ubicaciones que se indican. El punto en el centro de coordenadas (14, 10) cm se usa como referencia para ubicar la aguja al inicio.

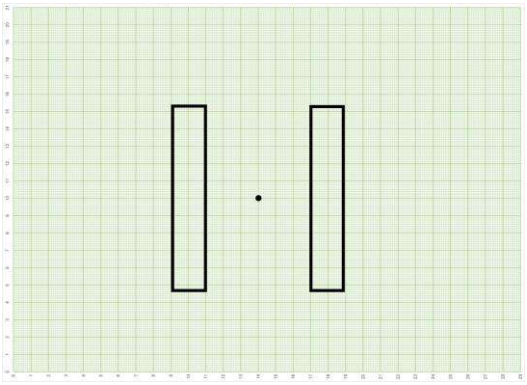


Figura 4a

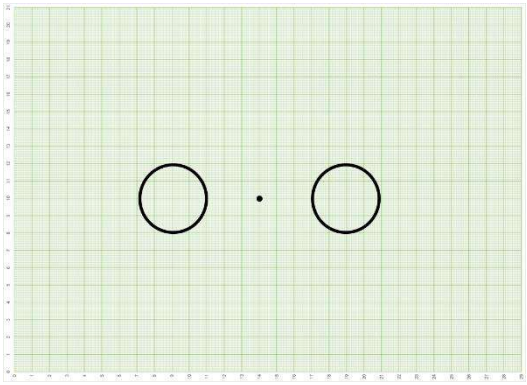


Figura 4b

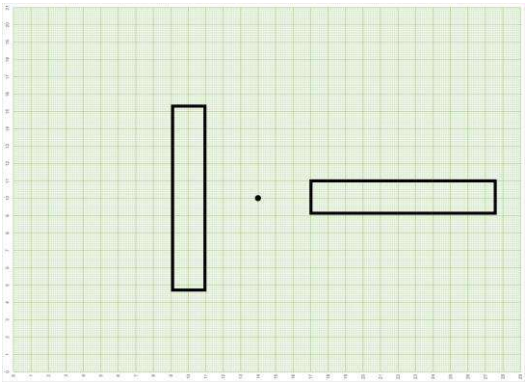


Figura 4c

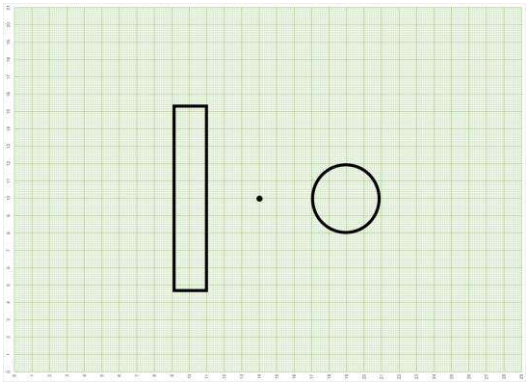


Figura 4d

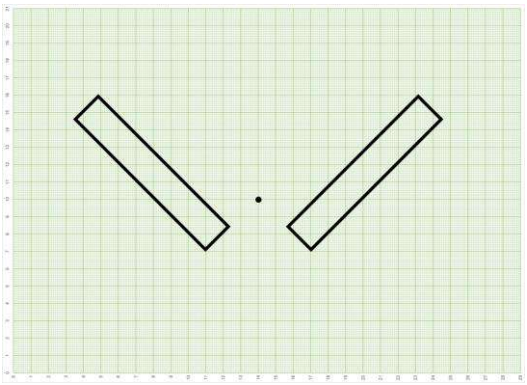


Figura 4e

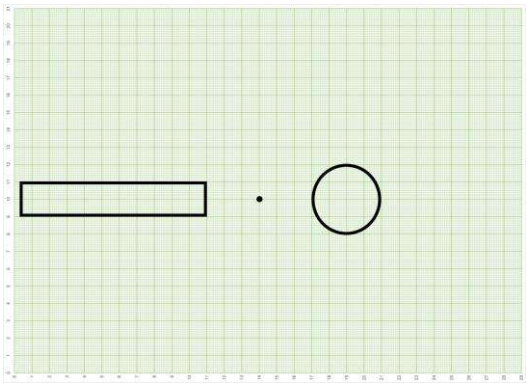


Figura 4f

TABLA DE DATOS

Voltaje de la fuente: U = _____

Electrodos dispuestos según la figura: _____

ENSAYO 1 V (+) = _____ ; V(-) = _____

V=	
X [cm]	Y [cm]

V=	
X [cm]	Y [cm]

V=	
X [cm]	Y [cm]

V=	
X [cm]	Y [cm]

V=	
X [cm]	Y [cm]

Electrodos dispuestos según la figura: _____

ENSAYO 2 V (+) = _____ ; V(-) = _____

V=	
X [cm]	Y [cm]

V=	
X [cm]	Y [cm]

V=	
X [cm]	Y [cm]

V=	
X [cm]	Y [cm]

V=	
X [cm]	Y [cm]

EVALUACIÓN

Con base en los datos obtenidos resolver lo siguiente:

a. Para cada par de electrodos, graficar en una misma cuadrícula los puntos de las coordenadas registradas en las cinco tablas. Para ello puede:
   a) Usar las respectivas hojas milimetradas que ubicó debajo de la cubeta, o
   b) Graficar en una hoja de cálculo de Excel con los valores de los ejes en una escala cuadriculada.
b. Unir con líneas los puntos de una misma tabla (mismo potencial). Estas son las líneas equipotenciales experimentales. Indicar para cada línea el valor del potencial.
c. Con base en las líneas obtenidas en el punto b), bosquejar las líneas de campo eléctrico correspondientes, con su dirección y sentido. Indique los signos de los electrodos y los voltajes V(+) y V(-) respectivos.
d. Hacer un cuadro donde compare las líneas obtenidas a partir de las coordenadas y las líneas que se esperan según la teoría para los casos realizados.
   Para las líneas teóricas puede simularlas en https://www.falstad.com/emstatic/index.html

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.

¿Qué forma tienden a adquirir las líneas equipotenciales cerca de los electrodos?

¿En qué regiones tienden a estar más cercanas las líneas equipotenciales y en cuáles tienden a estar más separadas? ¿Qué significa eso en cuanto a la energía potencial eléctrica?

¿En qué regiones tienden a estar más cercanas las líneas de campo eléctrico y en cuáles tienden a estar más separadas? ¿Qué significa eso en cuanto a la fuerza eléctrica?

¿Difieren las líneas equipotenciales obtenidas respecto a las establecidas en la teoría? ¿A qué se debe esto?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo II. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

Cuando un rayo impacta el suelo las cargas eléctricas de éste producen un campo de líneas equipotenciales, por lo que los objetos en contacto con la superficie del terreno pueden estar sometidos a voltajes considerables. De manera similar, un cable energizado haciendo contacto con el suelo puede ser peligroso a varios metros de distancia. Uno de los riesgos a los que están sometidas personas y animales en estas situaciones es el llamado *voltaje de paso (step voltage)*.

- ¿Qué etapas se pueden identificar en la evolución de un rayo?
- DINAMICA DEL RAYO. (s. f.). Pararrayos ANGEL. https://www.pararrayos-pdce.com/rayo-y-pararrayos/dinamica-del-rayo/
- The Feynman Lectures on Physics Vol. II Ch. 9: Electricity in the Atmosphere. (2013). Caltech.edu. https://www.feynmanlectures.caltech.edu/II_09.html
- ¿Por qué un humano sobrevivió a un rayo, pero una vaca no?
- Electromagazine: Efecto de las caídas de Los rayos en las personas y animales. (s. f.). https://www.electromagazine.com.uy/textoArticulo.php?a=318
- Understanding Step Potential | Prairie Land Electric Cooperative. (n.d.). Www.prairielandelectric.com. Retrieved July 3, 2024, from https://www.prairielandelectric.com/understanding-step-potential

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	ELECTROMAGNETISMO
	RESISTENCIA, RESISTIVIDAD Y LEY DE OHM

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

Al establecer un voltaje entre los dos extremos de un alambre conductor, se genera un movimiento de cargas eléctricas, es decir, una corriente. La magnitud de esta corriente dependerá de la resistividad eléctrica y la geometría del material. En esta práctica se medirá el voltaje y la corriente en alambres de diferentes calibres y materiales, para verificar la relación entre la resistencia eléctrica y las dimensiones del conductor y también la ley de Ohm. Conocer las propiedades eléctricas de un material y su respuesta al paso de corriente es importante en el diseño, la elaboración y la seguridad de sistemas en que usan la energía eléctrica.
Simulador: *https://phet.colorado.edu/es/simulations/resistance-in-a-wire* *https://phet.colorado.edu/es/simulations/ohms-law*

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Potencial eléctrico
- Voltaje
- Corriente eléctrica
- Resistencia eléctrica
- Ley de Ohm
- Resistividad
- Conexión de resistencias en serie, paralelo y mixto
- Instrumentos de medida: amperímetro, voltímetro y ohmímetro. Modo de conexión.

LISTA DE MATERIALES

Leybold P3.2.2.1 *https://www.ld-didactic.com/catalogues/physics/physics-experiments-es-cat.html*
Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Aparato para medición de resistencias	1	Cable azul de 100 cm	2
Fuente de poder de 0 – 12 V	1	Cable rojo de 100 cm	1
Multímetro digital Peak Tech 1035	2	Cable rojo de 50 cm	2

NOTA DE SEGURIDAD: Respecto al aparato para medición de resistencias evite pulsar o presionar los alambres, ya que se pueden reventar o deformar. No jugar con ellos como si de una guitarra se tratase. Tenga en cuenta no exceder los amperajes y voltajes máximos permitidos de cada alambre, aplicando incrementos ΔV indicados a continuación:

ALAMBRE	CORRIENTE MÁXIMA PERMITIDA [A]	INCREMENTO DE VOLTAJE ΔV [V]	VOLTAJE MÁXIMO PERMITIDO [V]
Constantán D= 1 mm	3,3	0,3	2,0
Constantán D= 0,7 mm	2,1	0,4	2,5
Constantán D= 0,5 mm	1,3	0,5	3,2
Constantán D= 0,35 mm	0,8	0,6	4,0
Latón D= 0,5 mm	4,0	0,2	1,5

ENSAMBLE DEL MONTAJE

El circuito a realizar se muestra en la figura 1. El diagrama respectivo se muestra en la figura 2, donde R es el alambre que se selecciona para ser conectado del aparato de medición a la fuente, V es el voltímetro y A es el amperímetro. No encender la fuente hasta que el docente lo autorice.

1. Verificar que la fuente esté apagada y que las perillas estén totalmente giradas en sentido antihorario (voltaje cero).
2. Ubicar el conmutador de selección de un multímetro en la función 10 A para medir corriente continua (amperímetro A)
3. Ubicar el conmutador de selección del otro multímetro en la función 20 V para medir voltaje de continua (voltímetro V)
4. Conectar el terminal (+) de la fuente al terminal de 10 A del amperímetro.
5. Conectar el terminal COM del amperímetro al extremo derecho del alambre Constantán de 1 mm.
6. Conectar el terminal VΩmA del voltímetro al extremo derecho del alambre Constantán de 1 mm.
7. Conectar el terminal COM del voltímetro al extremo izquierdo del alambre Constantán de 1 mm.
8. Conectar el terminal (-) de la fuente al extremo izquierdo del alambre Constantán de 1 mm.
9. Solicitar la revisión del docente antes de encender la fuente.

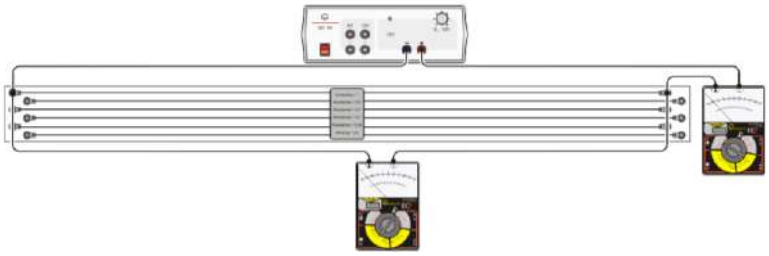


Figura 1

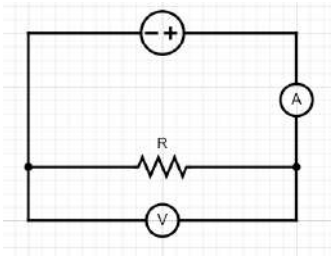


Figura 2

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Completar la tabla de datos, registrando los valores de las corrientes con sus respectivos voltajes. Realizar en orden los siguientes pasos:

1. Encender la fuente y registrar en la tabla los valores de corriente y voltaje que marcan los multímetros (deberían ser cero).
2. Incrementar en un valor ΔV el voltaje girando lentamente la perilla de voltaje en sentido horario, teniendo en cuenta no sobrepasar los máximos valores permitidos de voltaje y/o corriente indicados en la nota de seguridad. Registrar los valores medidos en la tabla respectiva.
3. Repetir el paso 2 hasta completar la tabla con los valores de corrientes y voltajes.
4. Una vez completa la tabla, girar la perilla de voltaje en sentido antihorario hasta alcanzar cero voltaje. Apagar la fuente.
5. Repetir los pasos 5 al 9 del ensamblaje, pero ahora con el siguiente alambre.
6. Repetir los pasos 1 a 5 de la ejecución con el nuevo alambre.
7. Repetir el paso 6 de la ejecución hasta haber realizado el procedimiento con al menos 3 alambres.

TABLAS DE DATOS

ENSAYO 1	
ALAMBRE:	
DIÁMETRO:	
LONGITUD:	
I [A]	V [V]

ENSAYO 2	
ALAMBRE:	
DIÁMETRO:	
LONGITUD:	
I [A]	V [V]

ENSAYO 3	
ALAMBRE:	
DIÁMETRO:	
LONGITUD:	
I [A]	V [V]

ENSAYO 4	
ALAMBRE:	
DIÁMETRO:	
LONGITUD:	
I [A]	V [V]

ENSAYO 5	
ALAMBRE:	
DIÁMETRO:	
LONGITUD:	
I [A]	V [V]

ENSAYO 6	
ALAMBRE:	
DIÁMETRO:	
LONGITUD:	
I [A]	V [V]

EVALUACIÓN

A partir de los datos obtenidos para cada uno de los alambres empleados en la práctica, resuelva lo siguiente:

RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD

a. Calcular el área transversal de cada uno de los alambres usados.
b. A partir del área transversal, la longitud y la resistividad del material, calcular la resistencia eléctrica (valor calculado) de cada uno de los alambres usados.
   Resistividad del Constantán: $4{,}9 \times 10^{-7}$ Ωm , Resistividad del Latón: $7{,}0 \times 10^{-8}$ Ωm
c. Completar la tabla A registrando los resultados obtenidos en los incisos a) y b).

ENSAYO	ALAMBRE	DIÁMETRO [m]	ÁREA [m^2]	LONGITUD [m]	RESISTIVIDAD [Ω.m]	RESISTENCIA (calculada) [Ω]
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Tabla A

LEY DE OHM

d. A partir de los datos obtenidos, realizar en una misma cuadrícula las gráficas de V [V] vs I [A] de cada uno de los ensayos realizados. Indique para cada gráfica a qué alambre corresponde.
e. Encontrar la ecuación de la recta que se ajusta a cada una de las gráficas V [V] vs I [A] del ítem d). Para ello realizar el proceso de regresión lineal y obtener los valores y las unidades de: la pendiente, el punto de corte y el coeficiente de correlación.
f. Interpretar el significado físico de las pendientes de estas gráficas. Explicar su respuesta.
g. Determinar a partir de los valores de las pendientes obtenidas en el ítem e), el valor de la resistencia eléctrica (experimental) de cada uno de los alambres.
h. Completar la tabla B registrando los resultados obtenidos en los incisos e) y g).

ENSAYO	PENDIENTE	PUNTO DE CORTE	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	RESISTENCIA (experimental) [Ω]
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Tabla B

i. Calcular el error porcentual de la resistencia eléctrica, tomando como valor aceptado la resistencia calculada en el inciso b). Registrar los resultados en la tabla C.

ENSAYO	RESITENCIA (calculada) [Ω]	RESITENCIA (experimental) [Ω]	%ERROR
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Tabla C

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.
¿Qué ocurre con la resistencia eléctrica de alambres del mismo material y longitud al aumentar el diámetro?
¿Qué ocurre con la pendiente de las gráficas de V [V] vs I [A] de alambres del mismo material y longitud al aumentar el diámetro?
¿Qué ocurre con la resistencia eléctrica de alambres de diferente material e igual longitud y diámetro?
¿Los errores porcentuales son muy altos? ¿A qué podría deberse esto?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo II. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

Al trabajar con equipos eléctricos se debe tener cuidado de evitar el contacto con la corriente eléctrica ya que el paso de ésta a través del cuerpo puede tener consecuencias graves. Según sean los valores de voltaje y potencia del equipo eléctrico y de las condiciones de resistencia eléctrica del cuerpo, se pueden llegar a conducir corrientes importantes.

➢ Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano.

- Ver capítulo 18, sección 18.5, pag 614 de:
  Wilson, J. D., Buffa, A. J., Lou, B., Luis, R., Virgilio González Pozo, & Alonso. (2007). Física. Prentice-Hall.

- Fish RM, Geddes LA. Conduction of electrical current to and through the human body: a review. Eplasty. 2009 Oct 12;9:e44. PMID: 19907637; PMCID: PMC2763825. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2763825/#:~:text=Most%20current%2Drelated%20effects%20result

- Noorzad, Najmuddin & Gürleyük, Sırrı. (2022). Effects of Electrical Current Passing Through the Human Body and Safety Requirements. 10.52460/issc.2022.051.

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	ELECTROMAGNETISMO
	CORRIENTE Y CAMPO MAGNÉTICO I: CONDUCTOR RECTILÍNEO

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

Si las cargas eléctricas están en movimiento, es decir, si hay corriente eléctrica, surge la interacción magnética a través del campo magnético, el cual depende de la forma del conductor por el que circula la corriente. En esta práctica, se verificará la relación entre la corriente, el campo magnético y la distancia utilizando una fuente de corriente y un conductor rectilíneo. Durante siglos los fenómenos magnéticos fueron una mera curiosidad, pero gracias a los aportes de científicos como Oersted, Biot, Savart, Ampere, Gauss, Maxwell, Tesla y otros se ha podido avanzar en el desarrollo teórico del magnetismo y en sus aplicaciones, que han sido base de la tecnología moderna.
Simulador: https://www.falstad.com/vector3dm/

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Carga eléctrica
- Corriente eléctrica
- Campo magnético
- Experimento de Oersted
- Ley de Biot - Savart
- Ley de Ampere
- Regla de la mano derecha (producto cruz)
- Campo magnético de un conductor recto

LISTA DE MATERIALES

Leybold, P3.3.4.1 https://www.ld-didactic.com/catalogues/physics/physics-experiments-es-cat.html
Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Sensor Cassy con adaptador	1	Varilla soporte de 25 cm	1
Unidad de 30 A	1	Fuente de potencia de alta corriente	1
Sonda tangencial de campo magnético con varilla roscada	1	Cables conectores	3
Conductor recto con conectores en sus extremos (40 cm)	1	Trípode en forma de V	1
Cable de puerto serial de 50 cm	1	Banco óptico pequeño	1
Cable de extensión de 15 pines	1	Prensa múltiple	2
Soporte de conexión	1	Computador con Cassy Lab	1

NOTA DE SEGURIDAD: Tener cuidado de no golpear la sonda. Antes de cambiar la posición del conductor o de la sonda verifique que la fuente no esté proporcionando corriente.

ENSAMBLE DEL MONTAJE

El circuito a realizar se muestra en las figuras 1 a 3. No encienda la fuente hasta que el docente lo autorice.

1. Verificar que la fuente esté apagada y que las perillas estén totalmente giradas en sentido anti horario.
2. Instalar la varilla roscada en la carcasa de la Sonda.
3. Armado del banco óptico de soporte para el conductor y la sonda:
   a. Ubicar el banco óptico con la base trípode en una mesa de manera que el conjunto quede horizontal.
   b. Ubicar una prensa en la barra horizontal, al lado izquierdo del pivote.
   c. Instalar en esta prensa el soporte de conexión.
   d. Ubicar una prensa en la barra horizontal, al lado derecho del pivote.
   e. Instalar en esta prensa la sonda mediante su varilla. La sonda debe quedar horizontal.
4. De manera cuidadosa ubicar el conductor recto en el soporte de conexión, teniendo cuidado de no golpear la sonda.
5. Conectar la Unidad 30A al Sensor Cassy en el Input A.
6. Conectar el terminal (+) de la fuente al terminal (+) de la Unidad de 30A.
7. Conectar el terminal (-) de la Unidad de 30A a un extremo del conductor recto.
8. Conectar el otro extremo del conductor al terminal (-) de la fuente.
9. Conectar el Sensor Cassy al computador con el cable de datos.
10. Conectar el adaptador de 12V a la entrada de alimentación del Sensor Cassy.

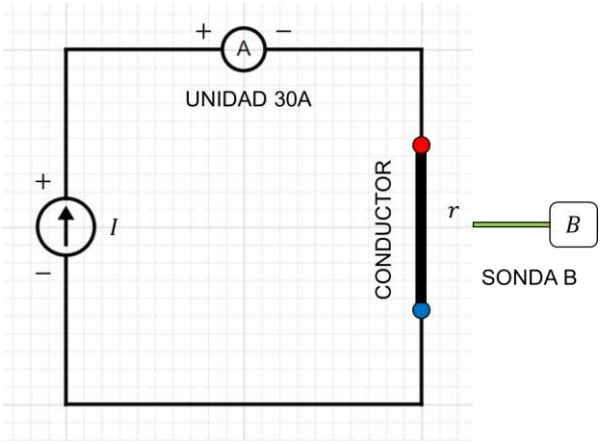


Figura 1

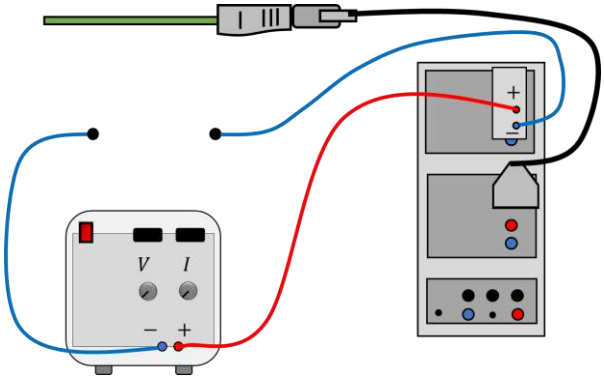


Figura 2

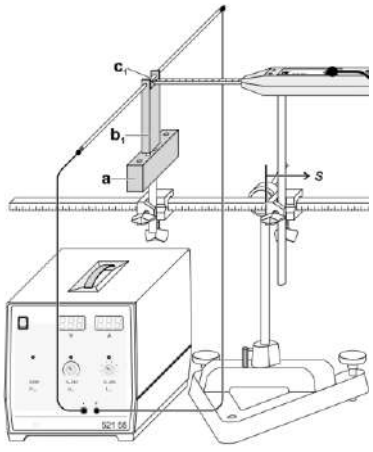


Figura 3

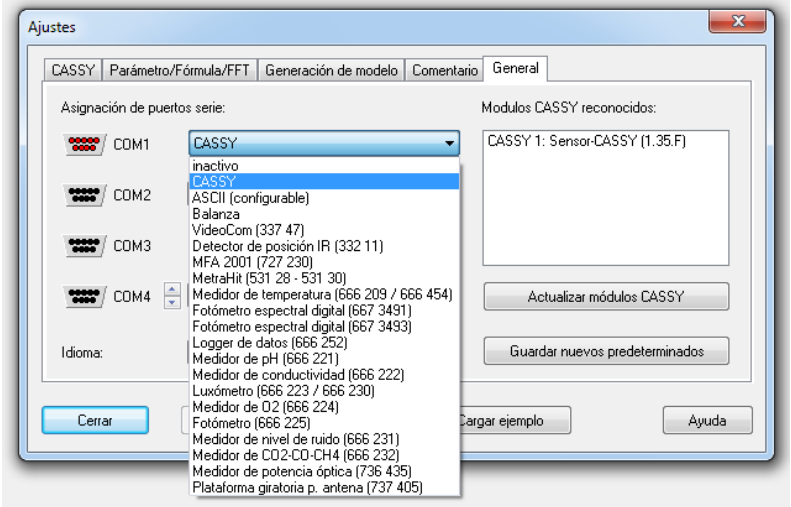


Figura 4

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Para la toma de datos se debe cambiar de un ensayo al otro la distancia r entre el conductor recto y la punta de la sonda. Para ello debe liberar y mover con cuidado una de las prensas y desplazarla a lo largo de la barra horizontal del banco óptico y fijar la distancia requerida. Para no desequilibrar el banco óptico, debe siempre mantener una prensa al lado derecho y otra al lado izquierdo del pivote. Realizar en orden los siguientes pasos:

1. Conectar el adaptador del Sensor Cassy al tomacorriente.
2. Configuración del software Cassy Lab.
   a. En el computador, clic izq en inicio.
   b. Clic izq en el ícono para ingresar a Cassy Lab.
   c. Aparece la ventana de información. Cerrar.
   d. Aparece la ventana de ajustes F5. Activar el Sensor Cassy en la pestaña General (figura 4).
   e. Dar clic izq en F3 cargar medición. Buscar en: Escritorio. Nombre de archivo: BIOT SAVART CONDUCTOR RECTO.lab. Dar clic izq en Abrir.
   f. Se despliega la ventana con las tablas para los datos y los ejes para las gráficas.
   g. Dar un solo clic en F4 "borrar medición".
   h. En el ícono del Sensor Cassy dar clic en I_{A1}. Se despliega la ventana de configuración de entrada del sensor. En magnitud seleccionar "Corriente I_{A1}". Seleccionar Valores promedios, 1000 ms, cero a la izquierda y en rango seleccionar 0A …10A (figura 5).
   i. En la ventana de configuración de entrada del sensor seleccionar corregir. Se despliega la ventana de corregir valores medidos, dar clic izq en corregir offset. En la casilla de valor teórico borrar lo que aparece y digitar 0. Dar clic izq en corregir offset de nuevo. Cerrar las ventanas de corregir y de configuración de entrada del sensor (figura 5).
   j. En el ícono del Sensor Cassy dar clic en B_{B1}. Se despliega la ventana de configuración de entrada del sensor. En magnitud seleccionar "Densidad de flujo magnético B_{B1} tang". Seleccionar Valores promedios, 1000 ms, cero a la izquierda y en rango seleccionar 0mT …10mT (figura 6).
   k. En la ventana de configuración de entrada del sensor seleccionar corregir. Se despliega la ventana de corregir valores medidos. Dar clic izq en corregir offset y en la casilla de valor teórico borrar lo que aparece y digitar 0. Dar clic izq en corregir offset de nuevo. Cerrar las ventanas de corregir y de configuración de entrada del sensor (figura 6).
   l. Dar clic en "Visualizar parámetros de medición", seleccionar registro manual y cerrar.
   m. En la barra de herramientas del Cassy Lab abrir las ventanas de los instrumentos de visualización F7 donde muestran los valores medidos de I_{A1} y B_{B1} (figura 7).
   n. Cerrar la ventana de ajustes F5.

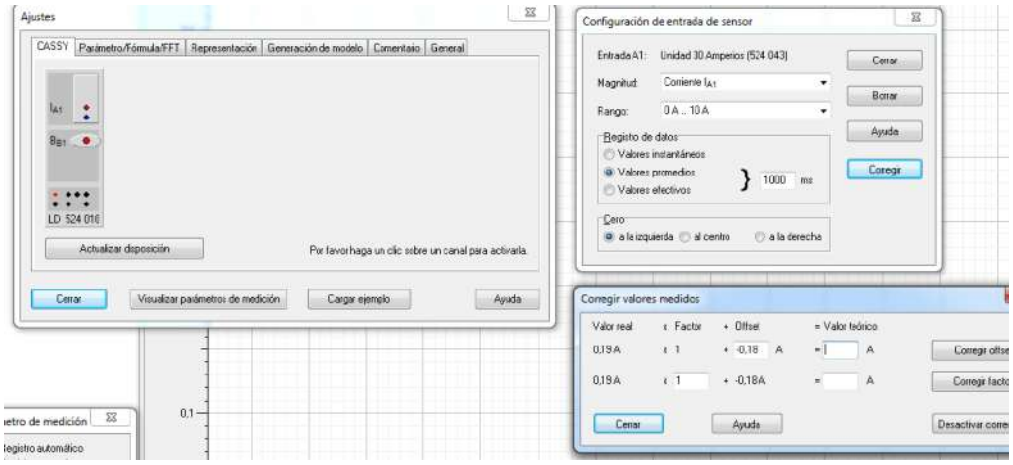


Figura 5

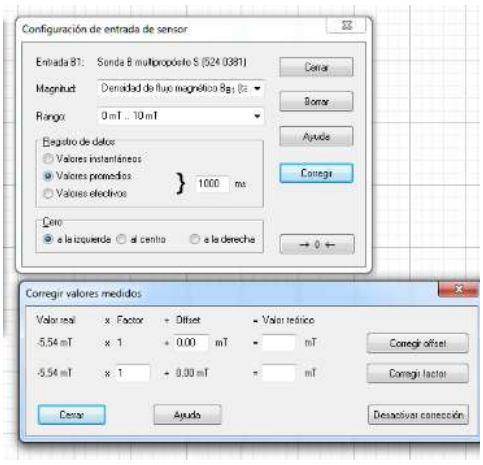


Figura 6

Figura 7

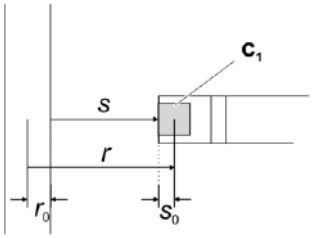


Figura 8

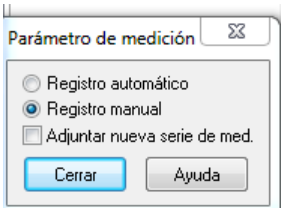


Figura 9

3. Liberar con cuidado una de las prensas de la barra horizontal del banco óptico y desplazarla de tal manera que la distancia s (figura 8) entre la punta de la sonda y el conductor sea de 1mm aprox.
4. Verificar que la sonda esté a la misma altura que el conductor recto, en el centro y perpendicular a éste.
5. Medir la distancia r (figura 8) entre el centro del conductor recto y el punto donde se encuentra el sensor de campo magnético. Registrar este valor.
6. Conectar la fuente de corriente y encenderla.
7. Girar la perilla izquierda de la fuente para el voltaje, totalmente en sentido horario.
8. La perilla de la corriente debe estar en cero. Ver el valor en el display de la fuente.
9. En la pantalla de instrumentos de visualización en el Cassy Lab, verificar que el valor de la corriente sea 0. De no ser así, dar clic der en el valor mostrado y repetir el paso i de configuración del Cassy lab.
10. En la pantalla de instrumentos de visualización en el Cassy Lab, verificar que el valor del campo magnético sea 0. De no ser así, dar clic der en el valor mostrado y repetir el paso k de configuración del Cassy lab.
11. Incrementar la corriente en 2 A aproximadamente, girando en sentido horario la perilla derecha de la fuente.
12. Esperar que se estabilice el valor del campo magnético. De clic izq en F9 para registrar los valores en la tabla del Cassy Lab.
13. Repetir los pasos 11 y 12 hasta llegar a 10 A aproximadamente.
14. Devolver la corriente en la fuente a 0.
15. Abrir la ventana de ajustes F5 y en la opción visualizar parámetros de medición activar la opción de Adjuntar nueva serie (figura 9).
16. Repetir los pasos 3 al 15, incrementando en 2 mm la distancia entre la sonda y el conductor en el paso 3.
17. Repetir el paso 16 hasta tener al menos 3 ensayos con diferentes distancias.

TABLA DE DATOS

ENSAYO 1	
r = _____	
I [A]	B[mT]

ENSAYO 2	
r = _____	
I [A]	B[mT]

ENSAYO 3	
r = _____	
I [A]	B[mT]

Nota: los valores se registran en las tablas del Cassy Lab con F9 .

EVALUACIÓN

Con base en los datos obtenidos resolver lo siguiente:

a. Para cada uno de los ensayos, realizar la gráfica de los datos obtenidos B[mT] vs I [A], todas en una misma cuadrícula.
b. Para cada una de las gráficas del punto a), mediante regresión lineal, obtener los valores y unidades de la pendiente, el punto de corte y el coeficiente de correlación de la recta del ajuste.
c. Interpretar la pendiente y determinar cómo se relaciona con la permeabilidad magnética del vacío μ_0 .
d. A partir de cada una de las pendientes del punto b), determinar el valor (experimental) de la permeabilidad magnética.
e. Calcular el error porcentual, entre el valor experimental y el valor aceptado de la permeabilidad magnética del vacío μ_o (TEOR)= $4\pi \times 10^{-7}[Tm/A]$. Indicar las unidades de los valores. Registrar los resultados en la tabla 1.

ENSAYO	r[mm]	PENDIENTE	μ_o (EXPER)	%ERR
1				
2				
3				

TABLA 1

f. Con base en las gráficas B vs I: ¿Qué comportamiento presenta el campo magnético al aumentar la corriente?
g. Con base en las gráficas B vs I: ¿Qué comportamiento presenta el campo magnético al aumentar la distancia?
h. A partir de la expresión teórica, calcular los valores del campo magnético para cada una de las corrientes y para cada ensayo. Registrar los resultados en la tabla 2.
i. Calcular los errores porcentuales entre los valores experimentales y los valores aceptados (teóricos) del punto h). Registrar los resultados en la tabla 2.

ENSAYO 1			ENSAYO 2			ENSAYO 3		
B[mT] (teor)	B[mT] (expe)	%Err	B[mT] (teor)	B[mT] (expe)	%Err	B[mT] (teor)	B[mT] (expe)	%Err

TABLA 2

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.
¿Qué tendencia presenta el campo magnético al aumentar la corriente y a una distancia fija?
Para el campo magnético: ¿Difieren los valores teóricos de los experimentales?
Para la permeabilidad magnética: ¿Difieren los valores teóricos de los experimentales?
¿Qué factores experimentales dificultaron la toma de datos?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo II. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

El campo magnético de la Tierra es perceptible mediante brújulas y ha servido como medio de orientación para los navegantes y exploradores a lo largo de la historia. Incluso, algunos animales son sensibles a este campo magnético y se orientan también en sus migraciones. El origen de este campo magnético se explica a partir de un complejo sistema de corrientes en el interior del planeta.

- ¿Cómo se origina el campo magnético de la Tierra?
- El campo magnético terrestre tiene su origen en un flujo constante de calor desde el núcleo de la Tierra al manto. (2009, November 13). La Ciencia de La Mula Francis. https://francis.naukas.com/2009/11/13/el-campo-magnetico-terrestre-tiene-su-origen-en-un-flujo-constante-de-calor-desde-el-nucleo-de-la-tierra-al-manto/
- Veritasium en español. (2020, May 14). Cómo se CREA el Campo Magnético de la Tierra. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=0V86G6eQaSg

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	ELECTROMAGNETISMO
	CORRIENTE Y CAMPO MAGNÉTICO II: ESPIRA CIRCULAR

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

Si las cargas eléctricas están en movimiento, es decir, si hay corriente eléctrica, surge la interacción magnética a través del campo magnético, el cual depende de la forma del conductor por el que circula la corriente. En esta práctica, se verificará la relación entre la corriente, el campo magnético y la distancia utilizando una fuente de corriente y un conductor en forma de espira circular. Durante siglos los fenómenos magnéticos fueron una mera curiosidad, pero gracias a los aportes de científicos como Oersted, Biot, Savart, Ampere, Gauss, Maxwell, Tesla y otros se ha podido avanzar en el desarrollo teórico del magnetismo y en sus aplicaciones, que han sido base de la tecnología moderna.
Simulador: https://www.falstad.com/vector3dm/

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Carga eléctrica
- Corriente eléctrica
- Campo magnético
- Experimento de Oersted
- Ley de Biot - Savart
- Ley de Ampere
- Regla de la mano derecha (producto cruz)
- Campo magnético de una espira circular

LISTA DE MATERIALES

Leybold, P3.3.4.1 https://www.ld-didactic.com/catalogues/physics/physics-experiments-es-cat.html
Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Sensor Cassy con adaptador	1	Varilla soporte de 25 cm	1
Unidad de 30 A	1	Fuente de potencia de alta corriente	1
Sonda axial de campo magnético con varilla roscada	1	Cables conectores	3
Espira circular con base conectora	3	Trípode en forma de V	1
Cable de puerto serial de 50 cm	1	Banco óptico pequeño	1
Cable de extensión de 15 pines	1	Prensa múltiple	2
Soporte de conexión	1	Computador con Cassy Lab	1

NOTA DE SEGURIDAD: Tener cuidado de no golpear la sonda. Antes de cambiar la posición del conductor o de la sonda verifique que la fuente no esté proporcionando corriente.

ENSAMBLE DEL MONTAJE

El circuito a realizar se muestra en las figuras 1 a 3. No encienda la fuente hasta que el docente lo autorice.

1. Verificar que la fuente esté apagada y que las perillas estén totalmente giradas en sentido anti horario.
2. Instalar la varilla roscada en la carcasa de la Sonda.
3. Armado del banco óptico de soporte para el conductor y la sonda:
   a. Ubicar el banco óptico con la base trípode en una mesa de manera que el conjunto quede horizontal.
   b. Ubicar una prensa en la barra horizontal, al lado izquierdo del pivote.
   c. Instalar en esta prensa el soporte de conexión.
   d. Ubicar una prensa en la barra horizontal, al lado derecho del pivote.
   e. Instalar en esta prensa la sonda mediante su varilla. La sonda debe quedar horizontal.
4. De manera cuidadosa ubicar la base conectora en el soporte de conexión, teniendo cuidado de no golpear la sonda.
5. Conectar la Unidad 30A al Sensor Cassy en el Input A.
6. Conectar el terminal (+) de la fuente al terminal (+) de la Unidad de 30A.
7. Conectar el terminal (-) de la Unidad de 30A a un terminal a un lado del soporte de conexión.
8. Conectar un terminal del otro lado del soporte de conexión al terminal (-) de la fuente.
9. Conectar el Sensor Cassy al computador con el cable de datos.
10. Conectar el adaptador de 12V a la entrada de alimentación del Sensor Cassy.

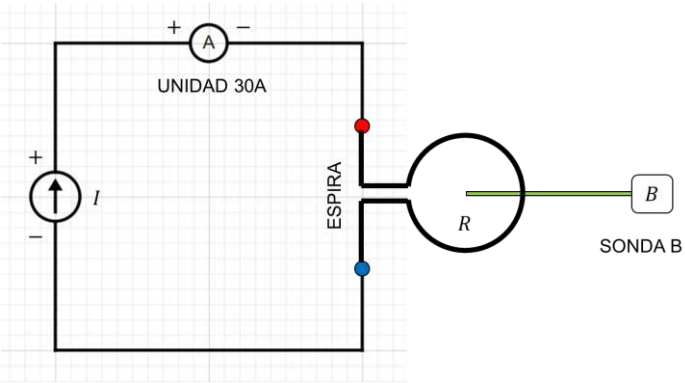


Figura 1

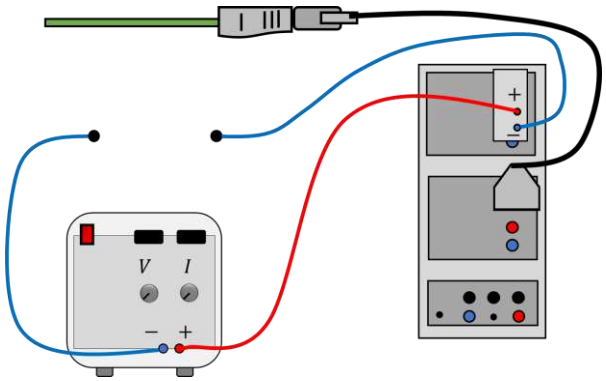


Figura 2

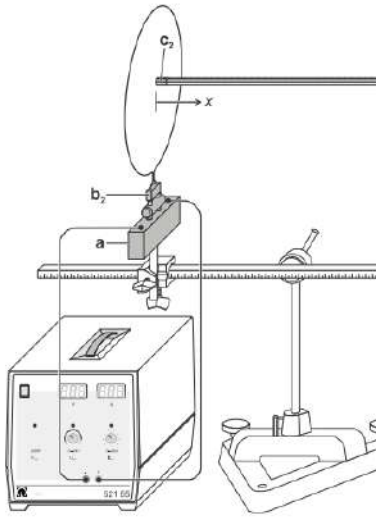


Figura 3

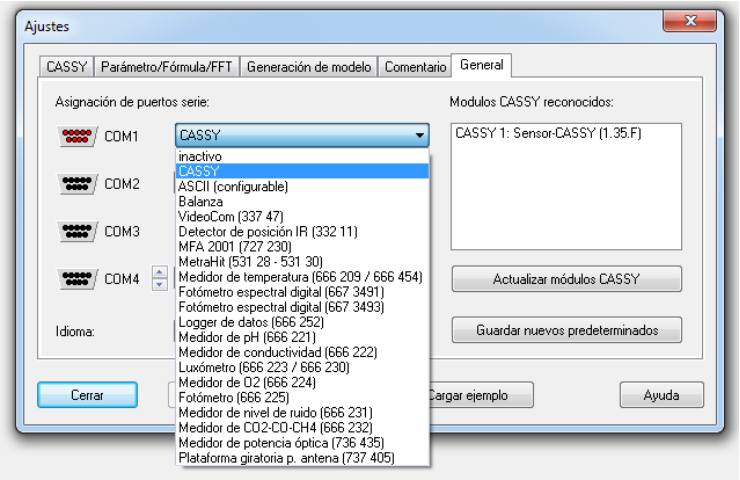


Figura 4

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Para la toma de datos se debe cambiar de un ensayo al otro la distancia r entre el conductor recto y la punta de la sonda. Para ello debe liberar y mover con cuidado una de las prensas y desplazarla a lo largo de la barra horizontal del banco óptico y fijar la distancia requerida. Para no desequilibrar el banco óptico, debe siempre mantener una prensa al lado derecho y otra al lado izquierdo del pivote. Realizar en orden los siguientes pasos:

1. Conectar el adaptador del Sensor Cassy al tomacorriente.
2. Configuración del software Cassy Lab.
   a. En el computador, clic izq en inicio.
   b. Clic izq en el ícono para ingresar a Cassy Lab.
   c. Aparece la ventana de información. Cerrar.
   d. Aparece la ventana de ajustes F5. Activar el Sensor Cassy en la pestaña General (figura 4).
   e. Dar clic izq en F3 cargar medición. Buscar en: Escritorio. Nombre de archivo: BIOT SAVART ESPIRA CIRCULAR.lab. Dar clic izq en Abrir.
   f. Se despliega la ventana con las tablas para los datos y los ejes para las gráficas.
   g. Dar un solo clic en F4 "borrar medición".
   h. En el ícono del Sensor Cassy dar clic en I_{A1}. Se despliega la ventana de configuración de entrada del sensor. En magnitud seleccionar "Corriente I_{A1}". Seleccionar Valores promedios, 1000 ms, cero a la izquierda y en rango seleccionar 0A …10A (figura 5).
   i. En la ventana de configuración de entrada del sensor seleccionar corregir. Se despliega la ventana de corregir valores medidos, dar clic izq en corregir offset. En la casilla de valor teórico borrar lo que aparece y digitar 0. Dar clic izq en corregir offset de nuevo. Cerrar las ventanas de corregir y de configuración de entrada del sensor (figura 5).
   j. En el ícono del Sensor Cassy dar clic en B_{B1}. Se despliega la ventana de configuración de entrada del sensor. En magnitud seleccionar "Densidad de flujo magnético B_{B1} axial". Seleccionar Valores promedios, 1000 ms, cero a la izquierda y en rango seleccionar 0mT …10mT (figura 6).
   k. En la ventana de configuración de entrada del sensor seleccionar corregir. Se despliega la ventana de corregir valores medidos. Dar clic izq en corregir offset y en la casilla de valor teórico borrar lo que aparece y digitar 0. Dar clic izq en corregir offset de nuevo. Cerrar las ventanas de corregir y de configuración de entrada del sensor (figura 6).
   l. Dar clic en "Visualizar parámetros de medición", seleccionar registro manual y cerrar.
   m. En la barra de herramientas del Cassy Lab abrir las ventanas de los instrumentos de visualización F7 donde muestran los valores medidos de I_{A1} y B_{B1} (figura 7).
   n. Cerrar la ventana de ajustes F5.

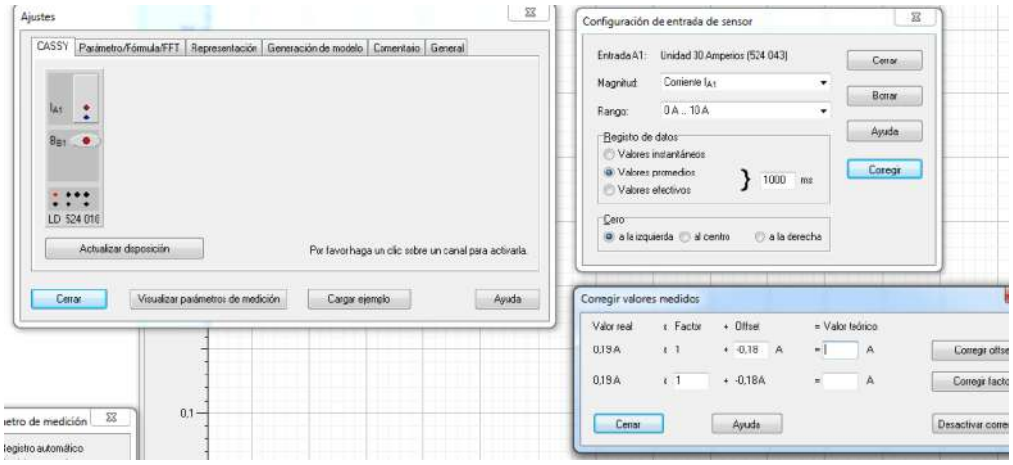


Figura 5

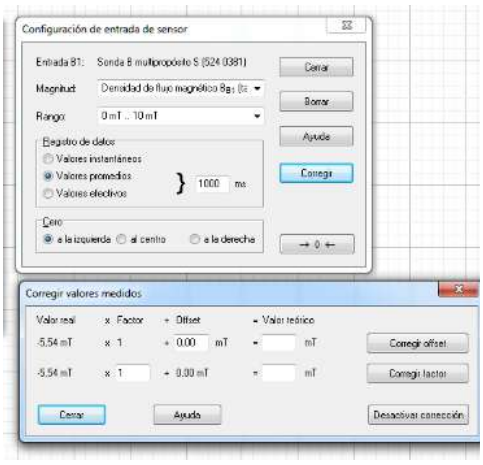


Figura 6

Figura 7

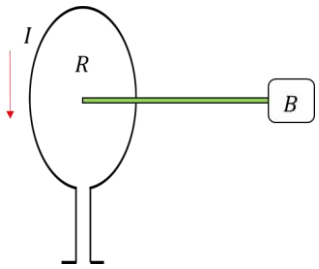


Figura 8

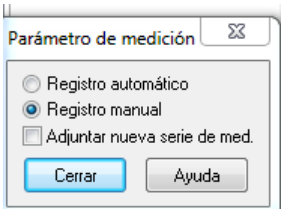


Figura 9

3. Instalar en la base conectora una espira circular.
4. Liberar con cuidado una de las prensas de la barra horizontal del banco óptico y desplazarla de tal manera que la punta de la sonda quede en el plano de la espira circular (figura 8).
5. Verificar que la sonda esté en el centro y perpendicular a la espira.
6. Registrar en la tabla de datos el radio R de la espira.
7. Conectar la fuente de corriente y encenderla.
8. Girar la perilla izquierda de la fuente para el voltaje, totalmente en sentido horario.
9. La perilla de la corriente debe estar en cero. Ver el valor en el display de la fuente.
10. En la pantalla de instrumentos de visualización en el Cassy Lab, verificar que el valor de la corriente sea 0. De no ser así, dar clic der en el valor mostrado y repetir el paso i de configuración del Cassy lab.
11. En la pantalla de instrumentos de visualización en el Cassy Lab, verificar que el valor del campo magnético sea 0. De no ser así, dar clic der en el valor mostrado y repetir el paso k de configuración del Cassy lab.
12. Incrementar la corriente en 2 A aproximadamente, girando en sentido horario la perilla derecha de la fuente.
13. Esperar que se estabilice el valor del campo magnético. De clic izq en F9 para registrar los valores en la tabla del Cassy Lab.
14. Repetir los pasos 11 y 12 hasta llegar a 10 A aproximadamente.
15. Devolver la corriente en la fuente a 0.
16. Abrir la ventana de ajustes F5 y en la opción visualizar parámetros de medición activar la opción de Adjuntar nueva serie (figura 9).
17. Teniendo cuidad de no golpear la sonda, extraer con cuidado la espira de la base conectora.
18. Repetir los pasos 3 al 17, cambiando la espira por una de diferente diámetro en el paso 3.
19. Repetir el paso 18 hasta tener al menos 3 ensayos con diferentes diámetros de espiras.

TABLA DE DATOS

ENSAYO 1	
R = _____	
I [A]	B[mT]

ENSAYO 2	
R = _____	
I [A]	B[mT]

ENSAYO 3	
R = _____	
I [A]	B[mT]

Nota: los valores se registran en las tablas del Cassy Lab con F9 .

EVALUACIÓN

Con base en los datos obtenidos resolver lo siguiente:

a. Para cada uno de los ensayos, realizar la gráfica de los datos obtenidos B[mT] vs I [A], todas en una misma cuadrícula.
b. Para cada una de las gráficas del punto a), mediante regresión lineal, obtener los valores y unidades de la pendiente, el punto de corte y el coeficiente de correlación de la recta del ajuste.
c. Interpretar la pendiente y determinar cómo se relaciona con la permeabilidad magnética del vacío μ_0 .
d. A partir de cada una de las pendientes del punto b), determinar el valor (experimental) de la permeabilidad magnética.
e. Calcular el error porcentual, entre el valor experimental y el valor aceptado de la permeabilidad magnética del vacío μ_o (TEOR)= $4\pi \times 10^{-7}[Tm/A]$. Indicar las unidades de los valores. Registrar los resultados en la tabla 1.

ENSAYO	R[mm]	PENDIENTE	μ_o (EXPER)	%ERR
1				
2				
3				

TABLA 1

f. Con base en las gráficas B vs I: ¿Qué comportamiento presenta el campo magnético al aumentar la corriente?
g. Con base en las gráficas B vs I: ¿Qué comportamiento presenta el campo magnético al aumentar el radio?
h. A partir de la expresión teórica, calcular los valores del campo magnético para cada una de las corrientes y para cada ensayo. Registrar los resultados en la tabla 2.
i. Calcular los errores porcentuales entre los valores experimentales y los valores aceptados (teóricos) del punto h). Registrar los resultados en la tabla 2.

ENSAYO 1			ENSAYO 2			ENSAYO 3		
B[mT] (teor)	B[mT] (expe)	%Err	B[mT] (teor)	B[mT] (expe)	%Err	B[mT] (teor)	B[mT] (expe)	%Err

TABLA 2

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.
¿Qué tendencia presenta el campo magnético al aumentar la corriente y a un radio fijo?
Para el campo magnético: ¿Difieren los valores teóricos de los experimentales?
Para la permeabilidad magnética: ¿Difieren los valores teóricos de los experimentales?
¿Qué factores experimentales dificultaron la toma de datos?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo II. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

El campo magnético de la Tierra es perceptible mediante brújulas y ha servido como medio de orientación para los navegantes y exploradores a lo largo de la historia. Incluso, algunos animales son sensibles a este campo magnético y se orientan también en sus migraciones. El origen de este campo magnético se explica a partir de un complejo sistema de corrientes en el interior del planeta.

- ¿Cómo detectan los animales el campo magnético de la Tierra?

- Wilson, J. D., Buffa, A. J., & Lou, B. (2007). Física 11. Pearson Educación, pag 645.
- Lo que podría ser la brújula magnética de los seres vivos. (2016, January 14). La Ciencia de La Mula Francis. https://francis.naukas.com/2016/01/14/lo-podria-la-brujula-magnetica-los-seres-vivos/
- Qin, S., Yin, H., Yang, C., Dou, Y., Liu, Z., Zhang, P., Yu, H., Huang, Y., Feng, J., Hao, J.-F., Hao, J., Deng, L., Yan, X., Dong, X., Zhao, Z., Jiang, T., Wang, H.-W., Luo, S.-J., & Xie, C. (2016). A magnetic protein biocompass. Nature Materials, 15(2), 217–226. https://doi.org/10.1038/nmat4484
- Cyranoski, D. (2015). Discovery of long-sought biological compass claimed. Nature, 527(7578), 283–284. https://doi.org/10.1038/527283a

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	ELECTROMAGNETISMO
	CORRIENTE Y CAMPO MAGNÉTICO III: SOLENOIDE (BOBINA)

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

Si las cargas eléctricas están en movimiento, es decir, si hay corriente eléctrica, surge la interacción magnética a través del campo magnético, el cual depende de la forma del conductor por el que circula la corriente. En esta práctica, se verificará la relación entre la corriente, el campo magnético y la distancia utilizando una fuente de corriente y un conductor en forma de solenoide o bobina. Durante siglos los fenómenos magnéticos fueron una mera curiosidad, pero gracias a los aportes de científicos como Oersted, Biot, Savart, Ampere, Gauss, Maxwell, Tesla y otros se ha podido avanzar en el desarrollo teórico del magnetismo y en sus aplicaciones, que han sido base de la tecnología moderna.
Simulador: https://www.falstad.com/vector3dm/

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Carga eléctrica
- Corriente eléctrica
- Campo magnético
- Experimento de Oersted
- Ley de Biot - Savart
- Ley de Ampere
- Regla de la mano derecha (producto cruz)
- Campo magnético de una espira circular

LISTA DE MATERIALES

Leybold, P3.3.4.2 https://www.ld-didactic.com/catalogues/physics/physics-experiments-es-cat.html
Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Sensor Cassy con adaptador	1	Varilla soporte de 25 cm	1
Unidad de 30 A	1	Fuente de potencia de alta corriente	1
Sonda axial de campo magnético con varilla roscada	1	Cables conectores	3
Bobina de longitud variable, N=29 vueltas	1	Zócalo	1
Cable de puerto serial de 50 cm	1	Base soporte para tubos	1
Cable de extensión de 15 pines	1	Computador con Cassy Lab	1

NOTA DE SEGURIDAD: Tener cuidado de no golpear la sonda. Antes de cambiar la posición del conductor o de la sonda verifique que la fuente no esté proporcionando corriente.

ENSAMBLE DEL MONTAJE

El circuito a realizar se muestra en las figuras 1 a 3. No encienda la fuente hasta que el docente lo autorice.

1. Verificar que la fuente esté apagada y que las perillas estén totalmente giradas en sentido anti horario.
2. Instalar la varilla roscada en la carcasa de la Sonda.
3. Armado del soporte para la bobina y la sonda:
   a. Ubicar el soporte en una mesa y poner encima la bobina de manera que el conjunto quede horizontal.
   b. Ubicar el zócalo en la mesa e instalar la sonda con la varilla.
   c. Con cuidado, introducir la sonda dentro del tubo de la bobina y paralela al eje longitudinal de ésta. Ubicar la punta de la sonda en el centro de la bobina (figura 3).
4. Conectar la Unidad 30A al Sensor Cassy en el Input A.
5. Conectar el terminal (+) de la fuente al terminal (+) de la Unidad de 30A.
6. Conectar el terminal (-) de la Unidad de 30A al extremo b de la bobina.
7. Conectar el extremo c de la bobina al terminal (-) de la fuente.
8. Conectar el Sensor Cassy al computador con el cable de datos.
9. Conectar el adaptador de 12V a la entrada de alimentación del Sensor Cassy.

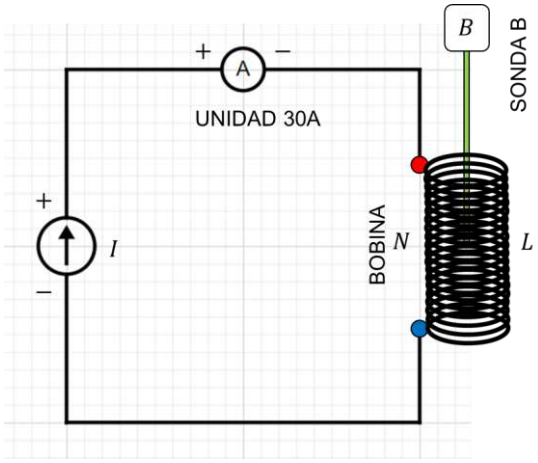


Figura 1

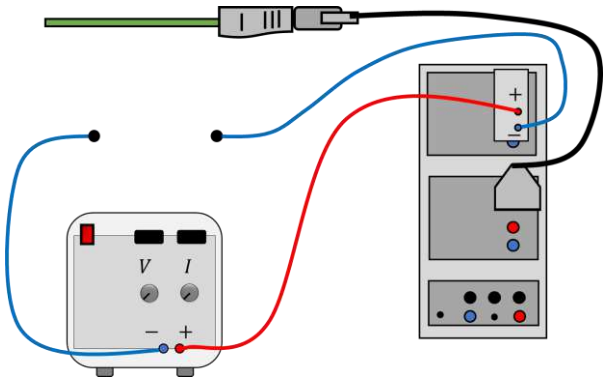


Figura 2

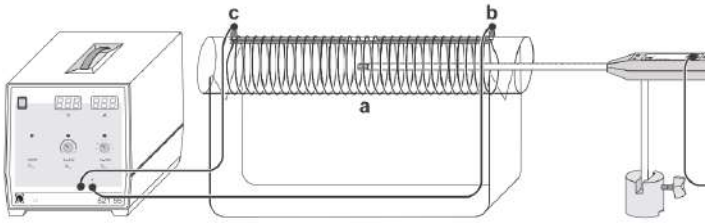


Figura 3

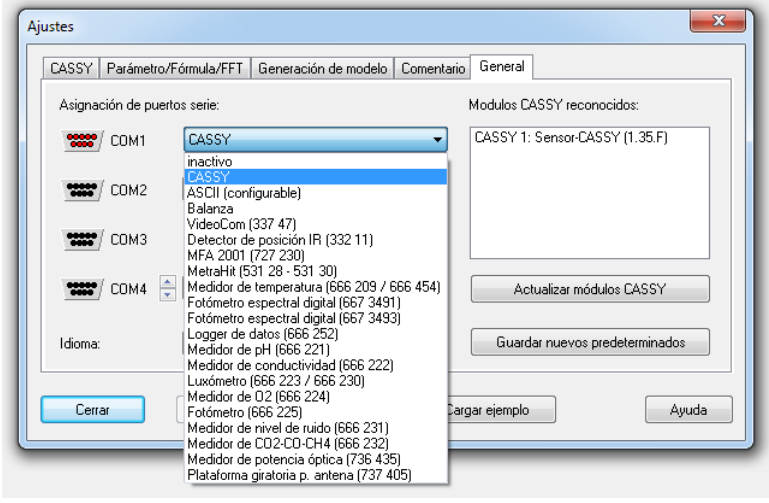


Figura 4

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Para la toma de datos se debe cambiar de un ensayo al otro la distancia r entre el conductor recto y la punta de la sonda. Para ello debe liberar y mover con cuidado una de las prensas y desplazarla a lo largo de la barra horizontal del banco óptico y fijar la distancia requerida. Para no desequilibrar el banco óptico, debe siempre mantener una prensa al lado derecho y otra al lado izquierdo del pivote. Realizar en orden los siguientes pasos:

1. Conectar el adaptador del Sensor Cassy al tomacorriente.
2. Configuración del software Cassy Lab.
   a. En el computador, clic izq en inicio.
   b. Clic izq en el ícono para ingresar a Cassy Lab.
   c. Aparece la ventana de información. Cerrar.
   d. Aparece la ventana de ajustes F5. Activar el Sensor Cassy en la pestaña General (figura 4).
   e. Dar clic izq en F3 cargar medición. Buscar en: Escritorio. Nombre de archivo: BIOT SAVART BOBINA.lab. Dar clic izq en Abrir.
   f. Se despliega la ventana con las tablas para los datos y los ejes para las gráficas.
   g. Dar un solo clic en F4 "borrar medición".
   h. En el ícono del Sensor Cassy dar clic en I_{A1}. Se despliega la ventana de configuración de entrada del sensor. En magnitud seleccionar "Corriente I_{A1}". Seleccionar Valores promedios, 1000 ms, cero a la izquierda y en rango seleccionar 0A …10A (figura 5).
   i. En la ventana de configuración de entrada del sensor seleccionar corregir. Se despliega la ventana de corregir valores medidos, dar clic izq en corregir offset. En la casilla de valor teórico borrar lo que aparece y digitar 0. Dar clic izq en corregir offset de nuevo. Cerrar las ventanas de corregir y de configuración de entrada del sensor (figura 5).
   j. En el ícono del Sensor Cassy dar clic en B_{B1}. Se despliega la ventana de configuración de entrada del sensor. En magnitud seleccionar "Densidad de flujo magnético B_{B1} axial". Seleccionar Valores promedios, 1000 ms, cero a la izquierda y en rango seleccionar 0mT …10mT (figura 6).
   k. En la ventana de configuración de entrada del sensor seleccionar corregir. Se despliega la ventana de corregir valores medidos. Dar clic izq en corregir offset y en la casilla de valor teórico borrar lo que aparece y digitar 0. Dar clic izq en corregir offset de nuevo. Cerrar las ventanas de corregir y de configuración de entrada del sensor (figura 6).
   l. Dar clic en "Visualizar parámetros de medición", seleccionar registro manual y cerrar.
   m. En la barra de herramientas del Cassy Lab abrir las ventanas de los instrumentos de visualización F7 donde muestran los valores medidos de I_{A1} y B_{B1} (figura 7).
   n. Cerrar la ventana de ajustes F5.

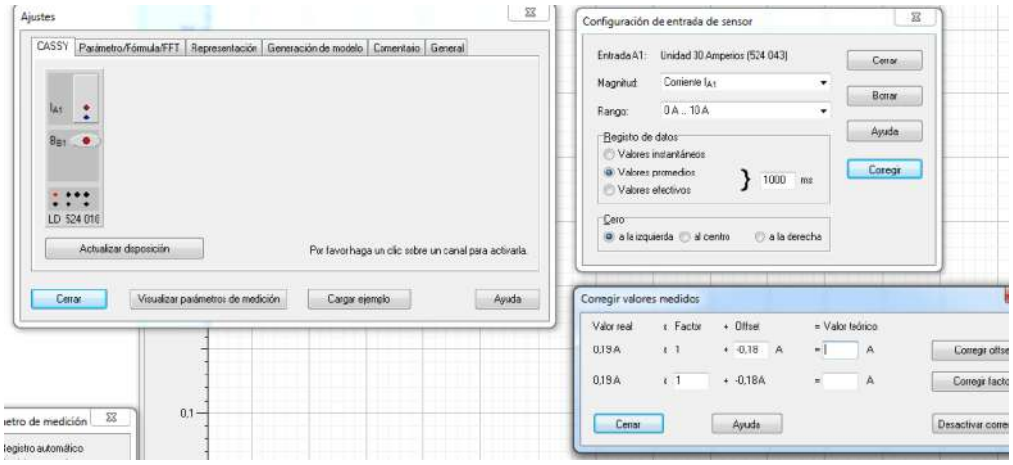


Figura 5

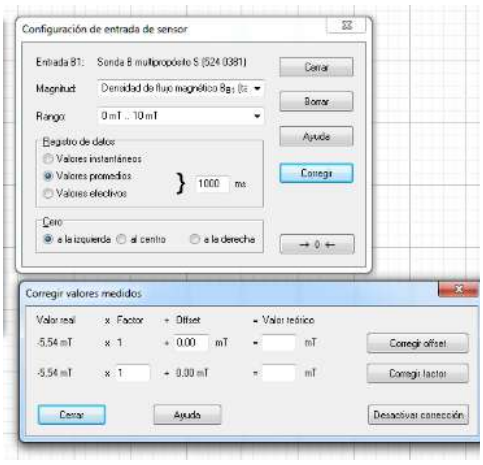


Figura 6

Figura 7

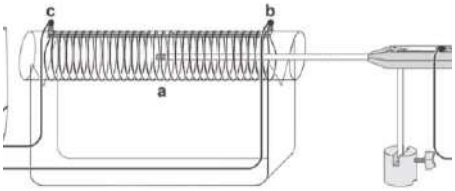


Figura 8

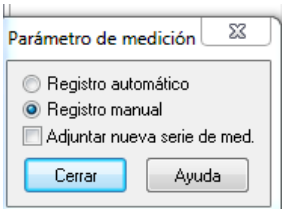


Figura 9

3. Mover los extremos b y c de la bobina para fijar una longitud (figura 8) manteniendo la punta de la sonda en el centro de la bobina.
4. Registrar en la tabla de datos la longitud L de la bobina.
5. Conectar la fuente de corriente y encenderla.
6. Girar la perilla izquierda de la fuente para el voltaje, totalmente en sentido horario.
7. La perilla de la corriente debe estar en cero. Ver el valor en el display de la fuente.
8. En la pantalla de instrumentos de visualización en el Cassy Lab, verificar que el valor de la corriente sea 0. De no ser así, dar clic der en el valor mostrado y repetir el paso i de configuración del Cassy lab.
9. En la pantalla de instrumentos de visualización en el Cassy Lab, verificar que el valor del campo magnético sea 0. De no ser así, dar clic der en el valor mostrado y repetir el paso k de configuración del Cassy lab.
10. Incrementar la corriente en 2 A aproximadamente, girando en sentido horario la perilla derecha de la fuente.
11. Esperar que se estabilice el valor del campo magnético. De clic izq en F9 para registrar los valores en la tabla del Cassy Lab.
12. Repetir los pasos 11 y 12 hasta llegar a 10 A aproximadamente.
13. Devolver la corriente en la fuente a 0.
14. Abrir la ventana de ajustes F5 y en la opción visualizar parámetros de medición activar la opción de Adjuntar nueva serie (figura 9).
15. Repetir los pasos 3 al 14, fijando otra longitud de la bobina en el paso 3.
16. Repetir el paso 15 hasta tener al menos 3 ensayos con diferentes longitudes en la bobina.

TABLA DE DATOS

ENSAYO 1	
L = _____	
I [A]	B[mT]

ENSAYO 2	
L = _____	
I [A]	B[mT]

ENSAYO 3	
L = _____	
I [A]	B[mT]

Nota: los valores se registran en las tablas del Cassy Lab con F9 .

EVALUACIÓN

Con base en los datos obtenidos resolver lo siguiente:

a. Para cada uno de los ensayos, realizar la gráfica de los datos obtenidos B[mT] vs I [A], todas en una misma cuadrícula.
b. Para cada una de las gráficas del punto a), mediante regresión lineal, obtener los valores y unidades de la pendiente, el punto de corte y el coeficiente de correlación de la recta del ajuste.
c. Interpretar la pendiente y determinar cómo se relaciona con la permeabilidad magnética del vacío μ_0 .
d. A partir de cada una de las pendientes del punto b), determinar el valor (experimental) de la permeabilidad magnética.
e. Calcular el error porcentual, entre el valor experimental y el valor aceptado de la permeabilidad magnética del vacío μ_o (TEOR)= $4\pi \times 10^{-7}[Tm/A]$. Indicar las unidades de los valores. Registrar los resultados en la tabla 1.

ENSAYO	L[cm]	PENDIENTE	μ_o (EXPER)	%ERR
1				
2				
3				

TABLA 1

f. Con base en las gráficas B vs I: ¿Qué comportamiento presenta el campo magnético al aumentar la corriente?
g. Con base en las gráficas B vs I: ¿Qué comportamiento presenta el campo magnético al aumentar la longitud?
h. A partir de la expresión teórica, calcular los valores del campo magnético para cada una de las corrientes y para cada ensayo. Registrar los resultados en la tabla 2.
i. Calcular los errores porcentuales entre los valores experimentales y los valores aceptados (teóricos) del punto h). Registrar los resultados en la tabla 2.

ENSAYO 1			ENSAYO 2			ENSAYO 3		
B[mT] (teor)	B[mT] (expe)	%Err	B[mT] (teor)	B[mT] (expe)	%Err	B[mT] (teor)	B[mT] (expe)	%Err

TABLA 2

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.
¿Qué tendencia presenta el campo magnético al aumentar la corriente y a una longitud fija?
Para el campo magnético: ¿Difieren los valores teóricos de los experimentales?
Para la permeabilidad magnética: ¿Difieren los valores teóricos de los experimentales?
¿Qué factores experimentales dificultaron la toma de datos?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo II. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

La energía del Sol proviene de la fusión de elementos como el hidrógeno y el helio. Para que esta reacción nuclear se lleve a cabo, se requieren temperaturas muy altas. En la actualidad, se desarrollan proyectos que buscan conseguir la fusión de manera controlada y aprovechar la energía resultante. Los campos magnéticos producidos con solenoides son de gran importancia en estos proyectos ya que son el mecanismo mediante el cual se confinan las partículas para hacer que se fusionen.

- Proyectos para aprovechar la fusión nuclear controlada:

- ITER: el experimento de fusión más grande del mundo. (2021, December 17). Www.iaea.org. https://www.iaea.org/es/energia-de-fusion/iter-el-experimento-de-fusion-mas-grande-del-mundo
- IFMIF-DONES. (2022, August 1). 4. ¿Cómo serán los experimentos realizados en ITER, el tokamak más grande del mundo? YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=xwBqUHcsy5E
- Wendelstein 7-X – from concept to reality. (n.d.). Www.youtube.com. https://www.youtube.com/watch?v=lyqt6u5_sHA
- Fusión por confinamiento magnético con tokamaks y estelarators | OIEA. (2022, April). Iaea.org. https://www.iaea.org/es/energia-de-fusion/fusion-por-confinamiento-magnetico-con-tokamaks-y-estelarators#:~:text=Mientras%20que%20los%20tokamaks%20mantienen

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	ELECTROMAGNETISMO
	LÍNEAS DE CAMPO ELÉCTRICO

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

La interacción que existe entre objetos con carga eléctrica se cuantifica mediante la fuerza eléctrica y la energía potencial eléctrica, representadas gráficamente mediante líneas de campo eléctrico y curvas equipotenciales. Si el potencial eléctrico varía en el espacio, se establece un campo eléctrico con líneas perpendiculares a las líneas equipotenciales y dirigidas en sentido contrario al aumento del potencial. En esta práctica se emplearán electrodos con diferentes geometrías, junto con una fuente de alto voltaje, para determinar experimentalmente la distribución de líneas de campo eléctrico según la forma de los electrodos. Conocer cómo se distribuye el campo eléctrico alrededor de un objeto cargado es de interés en diferentes situaciones, como en el diseño y la seguridad de sistemas eléctricos, en el estudio de la electricidad en la atmósfera, entre otros.

Simulador: https://www.falstad.com/emstatic/index.html https://www.falstad.com/vector3de/

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Carga eléctrica
- Potencial eléctrico
- Voltaje
- Líneas equipotenciales
- Dipolo eléctrico
- Energía potencial eléctrica
- Campo eléctrico
- Líneas de campo eléctrico

LISTA DE MATERIALES

Leybold, P3.1.3.1 https://www.ld-didactic.com/catalogues/physics/physics-experiments-es-cat.html

Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Fuente de 10 kV	1	Placas de electrodos	4
Cables para altos voltajes 1,5 m	2	Recipiente de granos finos y aceite	1
Proyector de acetatos	1	Bloque de espuma para almacenamiento	1

NOTA DE SEGURIDAD:

- No exceder los 10 kV de voltaje aplicado a las placas de electrodos.
- El alto voltaje no debe ser aplicado por demasiado tiempo.
- Antes de desconectar la placa, revisar que la fuente esté apagada.
- No someta el proyector de acetatos a golpes, movimientos bruscos ni vibraciones.

ENSAMBLE DEL MONTAJE

El circuito a realizar se muestra en el diagrama de la figura 1. Al establecer una diferencia de potencial entre los electrodos, se genera un campo eléctrico entre ellos (figura 2). Los granos finos dentro del recipiente se alinean revelando la forma de dicho campo. Diferentes configuraciones de electrodos (figura 3) permiten observar cómo se distribuye el campo eléctrico. No encienda la fuente hasta que el docente lo autorice.

1. Verificar que la fuente de alto voltaje esté apagada y que las perillas estén totalmente giradas en sentido anti horario.
2. Ubicar en la superficie de vidrio del proyector de acetatos una de las placas con electrodos. Encienda el proyector.
3. Conectar el terminal (+) de la fuente a un borne de la placa de electrodos.
4. Conectar el terminal (-) de la fuente al otro borne de la placa de electrodos.

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Para observar las líneas de campo eléctrico debe prestar atención al patrón que se forma al depositarse las partículas de grano fino en el fondo del recipiente. Realizar en orden los siguientes pasos:

1. Verificar que la perilla de la fuente de alto voltaje esté girada totalmente en sentido antihorario y luego encenderla (figura 4).
2. Sostener horizontalmente el recipiente de granos y agitarlo con cuidado de no soltarlo. Las partículas deben quedar flotando dispersadas de forma homogénea.
3. Ubicar el recipiente encima de la placa de electrodos.
4. Entre los pasos 5 a 7 no deberían transcurrir más de 30 s.
5. Girar lentamente la perilla de la fuente en sentido horario para aumentar el voltaje hasta fijar un valor menor a 10 kV. Observar el valor en el display de la fuente.
6. Los granos deberían moverse y depositarse en el fondo formando un patrón de líneas. Tome registro gráfico de los electrodos y el patrón observado en cada uno.
7. Bajar el voltaje a 0 V.
8. Si el patrón no se pudo observar bien definido, repetir los pasos 2 al 7.
9. Repetir los pasos 1 al 4 del ensamble del montaje con otra placa de electrodos.
10. Repetir los pasos 1 al 7 de la ejecución del experimento.
11. Repetir los pasos 8 y 9 hasta haber ensayado las 4 placas de electrodos.

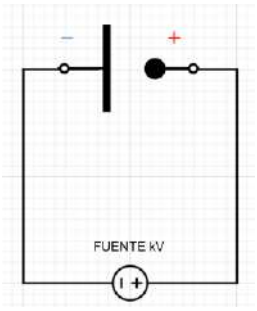


Figura 1

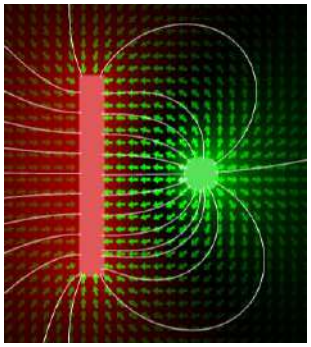


Figura 2

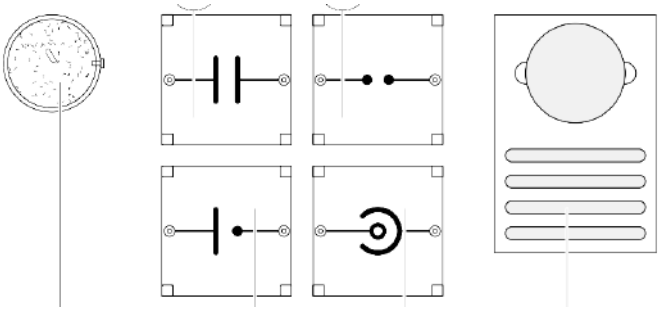


Figura 3

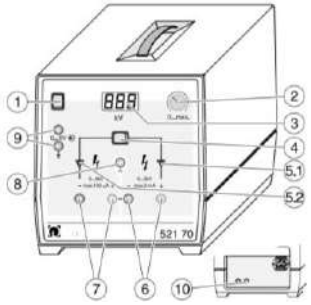


Figura 4

EVALUACIÓN

Con base en los datos obtenidos resolver lo siguiente:

a. Comparar las líneas observadas y las líneas que en teoría debieron haberse formado, para cada placa de electrodos. Para las líneas teóricas puede simularlas en https://www.falstad.com/emstatic/index.html

Líneas de campo teóricas	Líneas de campo experimentales

b. Bosquejar las líneas equipotenciales sobre cada una de las configuraciones de líneas teóricas de campo eléctrico.

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.
¿Qué forma tienden a adquirir las líneas de campo eléctrico cerca de los electrodos?
¿En qué regiones tienden a estar más cercanas las líneas de campo eléctrico y en cuáles tienden a estar más separadas? ¿Qué significa eso en cuanto a la fuerza eléctrica?
¿Difieren las líneas de campo eléctrico obtenidas respecto a las establecidas en la teoría? ¿A qué se debe esto?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo II. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

Los campos eléctricos no son exclusivos del ambiente del laboratorio, sino que se dan en la naturaleza e incluso hay animales que los generan y utilizan para detectar y cazar presas.

- Wilson, J. D., Buffa, A. J., & Lou, B. (2007). Física 11. Pearson Educación, pag 524 - 525
- Conocimiento, V. al. (2021, August 31). Animales eléctricos, cuando la evolución se pone las pilas 🔋. OpenMind. https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/biociencias/animales-electricos-evolucion-pone-pilas/
- National Geographic. (2019, September 23). Hallan a la anguila eléctrica más potente del mundo animal - National Geographic en Español. National Geographic En Español. https://www.ngenespanol.com/animales/hallan-a-la-anguila-electrica-mas-potente-del-mundo-animal/
- UBUinvestiga. (2023, June 30). Cómo electrocutan las anguilas eléctricas y más datos impresionantes de OCEANOGRAFÍA | ¡Ojo al dato! YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=7uO5HfczQUQ
- SINC. (2017, December 13). La anguila eléctrica inspira una nueva fuente de energía biocompatible. Agencia SINC; Sinc. https://www.agenciasinc.es/Noticias/La-anguila-electrica-inspira-una-nueva-fuente-de-energia-biocompatible

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
CURSO	LABORATORIO DE FÍSICA
UNIDAD TEMÁTICA	ELECTROMAGNETISMO
	LÍNEAS DE CAMPO MAGNÉTICO

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Contrasta modelos teóricos establecidos que describen fenómenos en el campo de la física clásica, mediante la experimentación, aplicación, y análisis de resultados de pruebas de prácticas de laboratorio para verificar la validez de dichos modelos.	Comparar resultados esperados a partir del marco teórico con los resultados obtenidos a partir de los experimentos.

INTRODUCCIÓN

El campo magnético de la Tierra se evidencia por la tendencia que muestra una brújula a orientarse en una dirección específica. De manera similar, los campos magnéticos producidos por corrientes eléctricas e imanes pueden observarse usando materiales como partículas de algún material ferroso que reaccione a estos campos. En esta práctica se emplearán conductores con corriente e imanes y limadura de hierro, para determinar experimentalmente la distribución de líneas de campo magnético según la geometría de las corrientes y de los imanes. Conocer cómo se distribuye el campo magnético alrededor de un objeto magnetizado o con corriente es de interés en diferentes situaciones, como en el diseño máquinas electromagnéticas, aceleradores de partículas e incluso el estudio del mismo campo magnético terrestre.
Simulador: https://www.falstad.com/vector3dm/ https://javalab.org/en/magnetic_force_en/

TEMAS DE CONSULTA

Como preparación del marco teórico de la práctica a realizar, se deben repasar los conceptos, definiciones, fórmulas, unidades de medida, representación gráfica, ejemplos y aplicaciones de los siguientes temas:

- Corriente eléctrica
- Campo magnético de conductores
- Campo magnético de imanes
- Líneas de campo magnético de conductores
- Líneas de campo magnético de imanes
- Fuerza magnética

LISTA DE MATERIALES

Leybold, P3.3.1.1 https://www.ld-didactic.com/catalogues/physics/physics-experiments-es-cat.html
Los materiales a utilizar en la práctica y sus cantidades son:

Fuente de corriente DC 20 A	1	Placas de conductores	3
Cables para conexión de 100 cm	2	Placa para imanes con cubierta	1
Proyector de acetatos	1	Imanes	2
Frasco de aplicar limadura de hierro	1	Bandeja para guardar el kit	1

NOTA DE SEGURIDAD:

- No exceder los 10 A de corriente aplicada a las placas de conductores.
- Antes de desconectar la placa, revisar que la fuente esté apagada.
- Evite desperdiciar la limadura de hierro. Ingrésela de nuevo con cuidado al frasco con ayuda del embudo.
- No someta el proyector de acetatos a golpes, movimientos bruscos ni vibraciones.

PARTE 1: CAMPO MAGNÉTICO DE CONDUCTORES CON CORRIENTE

ENSAMBLE DEL MONTAJE

El circuito a realizar se muestra en el diagrama de la figura 1. Al establecer una corriente en el conductor, se genera un campo magnético alrededor (figura 2). La limadura de hierro se alinea revelando la forma de dicho campo. Diferentes geometrías de conductores (figura 6) permiten observar cómo se distribuye el campo magnético. No encienda la fuente hasta que el docente lo autorice.

1. Verificar que la fuente de corriente esté apagada y que las perillas estén totalmente giradas en sentido anti horario.
2. Ubicar en la superficie de vidrio del proyector de acetatos una de las placas de conductores. Encienda el proyector
3. Conectar el terminal (+) de la fuente a un borne de la placa de conductor.
4. Conectar el terminal (-) de la fuente al otro borne de la placa de conductor.

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Para observar las líneas de campo magnético debe prestar atención al patrón que se forma al depositar las partículas de limadura de hierro alrededor del conductor. Realizar en orden los siguientes pasos:

1. Verificar que las perillas de la fuente de corriente estén giradas totalmente en sentido antihorario y luego encenderla. Girar del todo la perilla de voltaje en sentido horario (figura 3).
2. Agregar limadura de hierro alrededor del conductor, agitando el frasco, de tal manera que quede dispersa homogéneamente.
3. Aumentar la corriente hasta 10 A.
4. Golpear con los dedos las esquinas de la placa del conductor hasta que las partículas de limadura muestren mejor el campo magnético.
5. Reducir la corriente a cero. Apagar la fuente. Tomar registro gráfico de las líneas observadas experimentalmente.
6. Retirar con cuidado de no regar la limadura los cables de la placa del conductor y retire la placa de la superficie de vidrio del proyector.
7. Repetir los pasos 1 al 4 del ensamble del montaje con otra placa de conductores.
8. Repetir los pasos 1 al 7 de la ejecución del experimento.
9. Repetir los pasos 7 y 8 hasta haber ensayado las 3 placas de conductores: conductor recto, espira y solenoide.

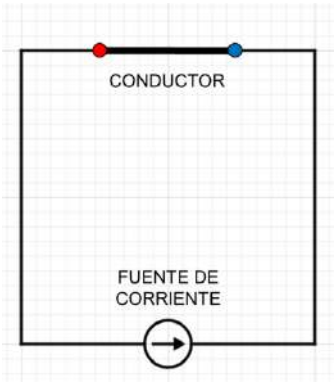


Figura 1

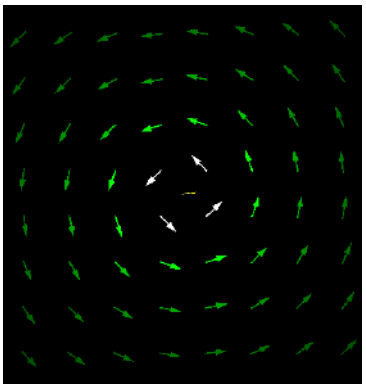


Figura 2

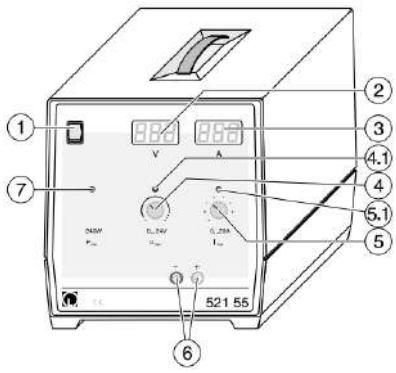


Figura 3

Al finalizar la toma de datos, devuelva la limadura de hierro al frasco con ayuda del embudo.

PARTE 2: CAMPO MAGNÉTICO DE IMANES

ENSAMBLE DEL MONTAJE

Un objeto magnetizado como un imán genera un campo magnético a su alrededor. La limadura de hierro se alinea revelando la forma de dicho campo. Diferentes disposiciones de los polos de los imanes permiten observar cómo se distribuye el campo magnético.

1. Ubicar en la superficie de vidrio del proyector de acetatos la placa soporte de imanes. Encienda el proyector.
2. Ubicar en la placa uno o dos imanes orientados en alguna disposición (por ejemplo, como en las figuras 4 y 5).
3. Cubrir la placa de imanes con la cubierta.

EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Para observar las líneas de campo magnético debe prestar atención al patrón que se forma al depositar las partículas de limadura de hierro encima de los imanes. Realizar en orden los siguientes pasos:

1. Agregar limadura de hierro en la cubierta encima de los imanes, agitando el frasco, de tal manera que quede dispersa homogéneamente.
2. Observar el patrón de líneas que se va formando.
3. Golpear con los dedos las esquinas de la cubierta hasta que las partículas de limadura muestren mejor el campo magnético.
4. Tomar registro gráfico del patrón de líneas observado.
5. Levantar la cubierta y cambie la disposición de los imanes.
6. Colocar de nuevo la cubierta sobre los imanes.
7. Repetir los pasos 1 al 4.

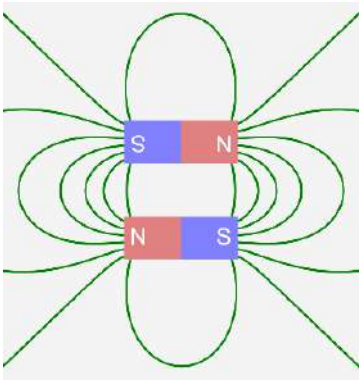


Figura 4

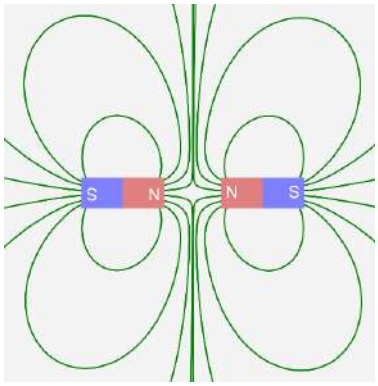


Figura 5

Al finalizar la toma de datos, devuelva la limadura de hierro al frasco con ayuda del embudo.

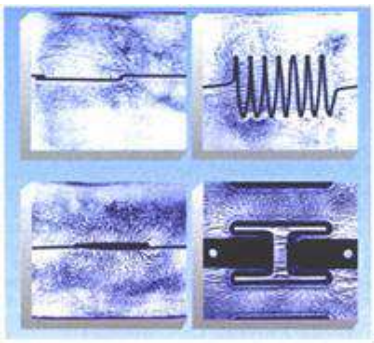


Figura 6

EVALUACIÓN

Con base en los datos obtenidos resolver lo siguiente:

a. Comparar las líneas observadas y las líneas que en teoría debieron haberse formado, para cada placa de conductores y para los imanes. Para las líneas teóricas puede simularlas en *:* https://www.falstad.com/vector3dm/ https://javalab.org/en/magnetic_force_en/

Líneas de campo teóricas	Líneas de campo experimentales

b. Indicar la orientación de las líneas teóricas de campo magnético junto con el sentido de la corriente y la polaridad de los imanes.

PREGUNTAS GUÍA DE ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Responder las siguientes preguntas a partir, tanto de los datos obtenidos, como de lo que establece la teoría.
¿Qué forma tienden a adquirir las líneas de campo magnético cerca de los conductores?
¿En qué regiones tienden a estar más cercanas las líneas de campo magnético y en cuáles tienden a estar más separadas? ¿Qué significa eso en cuanto a la fuerza magnética?
¿Difieren las líneas de campo magnético obtenidas respecto a las establecidas en la teoría? ¿A qué se debe esto?

BIBLIOGRAFÍA

- Young, H. D., Freedman, R. A., Francis Weston Sears, & Mark Waldo Zemansky. (2018). Física universitaria. Pearson Educación De México.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para Ciencias E Ingeniería. Cengage Learning Editores.
- Ohanian, H. C. (2009). Física para ingeniería y ciencias.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1997). Física. Tomo II. Editorial C.E.C.S.A. México
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). Física. 1ª Ed. Editorial Pearson. México.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

El Sol está conformado por plasma, un gas de partículas cargadas con movimiento, esto constituye diferentes corrientes eléctricas que producen campos magnéticos. El magnetismo solar es de gran interés ya que afecta al resto de cuerpos que conforman el sistema solar, entre ellos la Tierra. Las manchas y las llamaradas en la superficie del Sol son evidencia de su fuerte actividad magnética.

- ¿Qué son las tormentas solares?
  - Parra, S. (2024, May 11). Una nueva tormenta solar se dirige a la Tierra: ¿Qué son y cómo afectan? Www.nationalgeographic.com.es; National Geographic. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-son-tormentas-solares-como-afectan-como-prepararse-para-proxima_19818
  - El Evento Carrington, la devastadora tormenta solar de 1859. (2022, December 11). Historia.nationalgeographic.com.es. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/el-evento-carrington_18748
  - StackPath. (n.d.). Www.spaceweatherlive.com. https://www.spaceweatherlive.com/en/help/the-interplanetary-magnetic-field-imf.html

FORMATOS DE PREINFORME E INFORME

PREINFORME DE LABORATORIO DE FÍSICA (explicado)		
IDENTIFICACIÓN		
PRÁCTICA #: El número de la práctica, ver cronograma	TÍITULO: Nombre de la práctica, ver la guía	
INTEGRANTES		
NOMBRE:	Apellido Apellido Nombre Nombre	CÓDIGO: # documento
NOMBRE:	Apellido Apellido Nombre Nombre	CÓDIGO: # documento
NOMBRE:	Apellido Apellido Nombre Nombre	CÓDIGO: # documento
GRUPO #: El número del grupo SUBGRUPO #: El número del subgrupo	FECHA DE ENTREGA: Fecha en que entrega el preinforme resuelto	DOCENTE: Nombre del docente a cargo

RESULTADOS DE APRENDIZAJE
Ver en la respectiva sección en la guía de la práctica

MARCO TEÓRICO
En este espacio se describen las leyes, principios y teorías en las que se basa y se fundamenta la práctica a realizar. Los temas de consulta deben desarrollarse en el orden y numeración con que aparecen en la guía de la práctica. Las fórmulas, gráficas y figuras deben aparecer numeradas y con su respectiva explicación.

Ej:

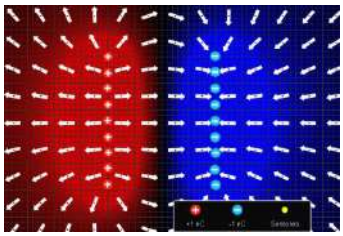
Fórmula 1: $F = ma \ ; F = fuerza \ ; m = masa; a = aceleración$

O también

$$F = ma \qquad (1)$$

Donde $F = fuerza, m = masa, a = aceleración$

Figura de Campo Eléctrico



FÍGURA 1

MATERIALES Y EQUIPOS
Aquí se relacionan todos los materiales a utilizar para el desarrollo de la práctica. Ver la lista de materiales en la guía de la práctica.

PROCEDIMIENTO: MONTAJE Y EJECUCIÓN
En este espacio se debe realizar un dibujo del montaje y un resumen del procedimiento de la práctica en forma de diagrama de flujo o mapa conceptual.

NOTA DE SEGURIDAD
Hace referencia a los cuidados, advertencias, etc. que se deben tener en cuenta al desarrollar la práctica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
Registre aquí los textos y/o páginas web de las cuales se basó para la realización del preinforme. Ej: Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2009). Física: Para ciencias e ingeniería con Física Moderna / Raymond A. Serway y John W. Jewett, Jr (7a. ed.--.). México D.F.: Cengage.

PREINFORME DE LABORATORIO DE FÍSICA			
IDENTIFICACIÓN			
PRÁCTICA #:	TÍITULO:		
INTEGRANTES			
NOMBRE:			CÓDIGO:
NOMBRE:			CÓDIGO:
NOMBRE:			CÓDIGO:
GRUPO #: SUBGRUPO #:	FECHA DE ENTREGA:	DOCENTE:	

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

MARCO TEÓRICO

MATERIALES Y EQUIPOS

PROCEDIMIENTO: MONTAJE Y EJECUCIÓN

NOTA DE SEGURIDAD

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INFORME DE LABORATORIO DE FÍSICA (explicado)

IDENTIFICACIÓN		
PRÁCTICA #: El número de la práctica, ver cronograma.	TÍTULO: Nombre de la práctica, ver la guía	
INTEGRANTES		
NOMBRE:	Apellido Apellido Nombre Nombre	CÓDIGO: # documento
NOMBRE:	Apellido Apellido Nombre Nombre	CÓDIGO: # documento
NOMBRE:	Apellido Apellido Nombre Nombre	CÓDIGO: # documento
GRUPO #: El número del grupo SUBGRUPO #: El número del subgrupo	FECHA DE ENTREGA: Fecha en que entrega el informe resuelto	DOCENTE: Nombre del docente a cargo

RESUMEN

Es un párrafo corto (entre 5 y 8 renglones) en el cual sintetice y describa los siguientes tres aspectos:

¿Qué pretendía la práctica? (“En la práctica de …el objetivo es … “) (“Con el fin de … se realizó …”)
¿Qué se hizo? (“Con el fin de … se llevaron a cabo … mediante …”) (“Para ello … se hizo …”)
¿Qué se obtuvo? (“Los resultados obtenidos muestran que … lo cual se ve reflejado en …”)

TABLAS DE DATOS Y GRÁFICAS

Coloque en esta sección las tablas con los datos y sus unidades (mediciones), capturas de pantalla, gráficas, etc. obtenidas en el desarrollo del experimento (simulación). Debe colocar título y numeración a las tablas, figuras y gráficas.

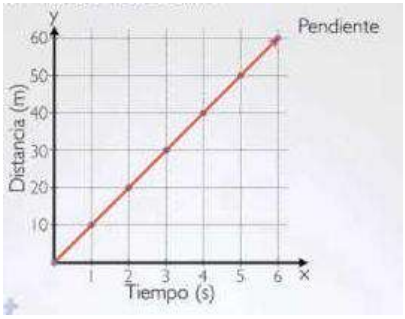
Ej:

Datos de Masa y Fuerza

Masa [kg]	Fuerza [N]
2	8
4	16
6	24
8	32

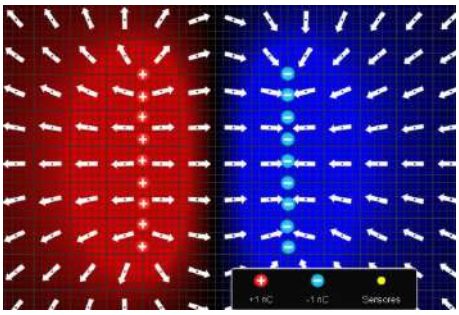
TABLA 1

Gráfica de Distancia vs Tiempo



GRÁFICA 1

Figura de Campo Eléctrico



FÍGURA 1

EVALUACIÓN Y CÁLCULOS

En esta sección debe colocar lo siguiente:

1) Fórmulas usadas para resolver la sección de “Evaluación” indicando el significado de cada letra. Debe numerar cada fórmula y usar el editor de ecuaciones.

Ej:

Fórmula 1: $F = ma \ ; F = fuerza \ ; m = masa; a = aceleración$

O también

$$F = ma \qquad (1)$$

Donde $F = fuerza, m = masa, a = aceleración$

2) Desarrollo de las preguntas de la sección de “Evaluación” de la guía de la práctica. Debe registrar los procedimientos, indicar las unidades en que expresa las cantidades.
El desarrollo debe ser en el mismo orden en que están en la guía y colocando los enunciados (a, b, c …)

ANÁLISIS DE RESULTADOS, DATOS Y GRÁFICAS

En esta sección debe plasmar la interpretación que usted hace de los resultados obtenidos en las mediciones, en los cálculos; interpretar las gráficas. Esto se hace contrastando los resultados de las mediciones con lo que dice la teoría y haciendo referencia a las fórmulas, gráficas y tablas.

Ej:

“Los datos obtenidos en la(s) tabla(s) # …muestran que … esto está de acuerdo a lo que dice la ley de …”
“La(s) gráfica(s) # … indica que ____ es proporcional a _____ de forma (lineal, cuadrática, etc) y esto es acorde a lo que enuncia …”
“La variación de … en función de … se da de manera … aunque con algunas fluctuaciones ya que …como se muestra en …”
“De acuerdo a la teoría se esperaba que … pero los datos obtenidos en (la gráfica #, tabla #, etc) indican que… debido posiblemente a … entonces hay cierta discrepancia entre los valores medidos y los calculados puesto que …”
“Según la fórmula # los valores de … deben ser … pero los resultados que se muestran en la (gráfica #, tabla #, etc.) del experimento indican que …”
“De acuerdo a la gráfica # se evidencia que … lo cual es acorde a lo indicado por la fórmula # según la cual …”

“En cuanto a (tema)… la teoría enuncia que … . Los datos experimentales nos muestran que (tema)… “

OBSERVACIONES

En esta sección debe indicar qué factores afectan el desarrollo de la práctica e influyen en la toma de datos: fuentes de error ya sea por factor humano o por la calidad de los instrumentos de medición. También puede hacer sugerencias sobre cómo se podría mejorar el desarrollo de la práctica.

CONCLUSIONES
En esta sección debe plasmar con sus propias palabras si se logró o no verificar lo que enuncia la teoría (leyes, principios, etc) con lo que se obtuvo en el experimento y haciendo referencia a las fórmulas, gráficas y tablas. También indicar aprendizajes obtenidos. Ej: “Mediante esta práctica logramos verificar el principio de … la ley de … “ “Según los datos obtenidos podemos concluir que …” “Con base en (la gráfica #, tabla #, etc) concluimos que… hemos verificado …” “Aunque la teoría indica que … en la práctica pudimos notar que … por lo que concluimos que … “ “Con el desarrollo de esta práctica pudimos aplicar … y de esta forma … “ “Al desarrollar esta práctica aprendimos …verificamos…pudimos notar…según la (tabla#, gráfica#, figura#)”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
Registre aquí los textos y/o páginas web de las cuales se basó para la realización del informe. Ej: Serway, Raymond. (2000) FISICA Tomo I. 7ª Ed. McGraw Hill. México Sears & Zemansky. (1999) Física Universitaria. Volumen I. 11ª Ed. Pearson Education. México. El Aviario de Física. (2013). Disponible en http://www.thephysicsaviary.com Fecha de consulta: diciembre 2020

INFORME DE LABORATORIO DE FÍSICA			
IDENTIFICACIÓN			
PRÁCTICA #:	TÍTULO:		
INTEGRANTES			
NOMBRE:			CÓDIGO:
NOMBRE:			CÓDIGO:
NOMBRE:			CÓDIGO:
GRUPO#: SUBGRUPO #:	FECHA DE ENTREGA:	DOCENTE:	

RESUMEN

TABLAS DE DATOS Y GRÁFICAS

EVALUACIÓN Y CÁLCULOS

ANÁLISIS DE RESULTADOS, DATOS Y GRÁFICAS

OBSERVACIONES

CONCLUSIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS